নলকূপ বা টিউবওয়েল

শ্রীমনোমোহন ভৌমিক বি, এল
ফরিদপুর জেলা বোর্ডের এবং মিউনিসিপালিটীর সদস্য

১৩৪৫

মূল্য দুই টাকা

প্রকাশক
শ্রীপবিত্রপ্রসাদ ভৌমিক বি, এ.
ফরিদপুর।

প্রিণ্টার—শ্রীপ্রভাতচন্দ্র রায়
শ্রীগৌরাঙ্গ প্রেস
৫ ও ৬ চিন্তামণি দাস লেন, কলিকাতা

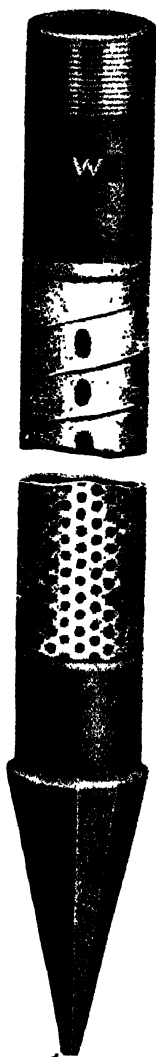
উৎসর্গ

যাঁহার সাহায্য ও সহানুভূতিতে এই পুস্তক
বর্ত্তমান আকারে প্রকাশিত হইল,
যিনি বাংলার স্বাস্থ্য ও জলকষ্ট সমস্যা
সমাধানে নিয়ত যত্নবান্,
বঙ্গীয় গভর্ণমেণ্টের স্বাস্থ্যবিভাগের
চীফ্ ইঞ্জিনিয়ার,

শ্রীযুক্ত এস, এন ঘোষ,

B.A., B.Sc. (Glas.)
M. Inst., C.E., M.I.E., (Ind.), F.R. San. I.;
Chief Engineer, P. H. D., Bengal.

মহাশয়ের করকমলে
শ্রদ্ধাঞ্জলিরূপে
এই ক্ষুদ্র
"নলকূপ বা টিউবওয়েল"
সমর্পিত হইল।

ওয়ালওয়ার্থ কোম্পানীর বিভিন্ন প্রকারের ছাঁকনী

১। জ্যাকেট ছাঁকনী।

ওয়াল ওয়ার্থ কোম্পানীর এই প্রকার ছাকনীর বৈশিষ্ট্য এই যে,—

(ক) ইহার নলের ছিদ্রগুলিও দস্তামণ্ডিত। সুতরাং ছিদ্রগুলিতে মরিচা ধরিতে পারে না।

(খ) এবং পিতলের জাল এবং উপরকার চাদরটীও ভাল পিতলের তৈয়ারী। তজ্জন্য এই ছাঁকনী ১৫।২০ বৎসর পর্য্যন্ত স্থায়ী হয়।

বাজারের এই প্রকারের ছাঁকনীর নলের ছিদ্রগুলি দস্তা-মণ্ডিত থাকে না। তজ্জন্য অত্যল্পকালের মধ্যেই উহাতে মরিচা ধরে। এবং জাল ও উপরকার চাদর ভাল পিতলের তৈয়ারী না হওয়ায়, ২।৩ বৎসরের মধ্যেই উহা নষ্ট হইয়া যায়। তখন নলকূপের নল উঠাইয়া ফেলিতে হয়। তাহাতে বহু অর্থদণ্ড হয়। কিন্তু ওয়ালওয়ার্থ কোম্পানীর ছাঁকনী ব্যবহার করিলে ১৫।২০ বৎসরের মধ্যে নলকূপের ছাঁকনী নষ্ট হয় না।

সুতরাং ওয়ালওয়ার্থ কোম্পানীর ছাঁকনীর মূল্য একটু বেশী হইলেও, ইহাই ব্যবহার করা সঙ্গত নয় কি ?

ওয়ালওয়ার্থ
"তার জড়ান ছাঁকনী"

২। তার-জড়ান ছাঁকনী।

এই ছাঁকনীতে, জ্যাকেট ছাঁকনী অপেক্ষা অনেক বেশী জল পাওয়া যায়। জ্যাকেট-ছাঁকনী ১২′ ফুটে যে জল পাওয়া যায় তার-জড়ান প্রায় ৯′ ফুট ছাঁকনীতে সেই পরিমাণ জল পাওয়া যায়। তজ্জন্য আজকাল অনেকে এই ছাঁকনী ব্যবহার করিয়া থাকেন। ওয়ালওয়ার্থ কোম্পানীর এই ছাঁকনীও বাজারের এই প্রকার ছাঁকনী অপেক্ষা অনেক ভাল। এতদ্ব্যতীত অন্যান্য বহু প্রকার ছাঁকনী এই কোম্পানী প্রস্তুত করিয়া থাকেন। বিস্তৃত বিবরণ পত্র লিখিলে পাওয়া যাইতে পারে।

ভূমিকা

বাংলাদেশের সুজলা নদীগুলির অধিকাংশই স্বল্পতোয়া হইয়া গিয়াছে। নদীগর্ভের গভীরতা হ্রাস পাওয়ায় বর্ষাগমের সঙ্গেই বন্যা হয়, ও বর্ষার জল সরিয়া যাইতে না যাইতেই নদীও প্রায় শুকাইয়া যায়। দেশের পুষ্করিণী প্রভৃতি জলাশয়গুলির অবস্থাও তেমনি শোচনীয়। সঙ্গতিপন্ন পূর্ব্ব পুরুষগণ যে সকল জলাশয় প্রতিষ্ঠা করিয়া গিয়াছেন, তাহা অনেক স্থলে সংস্কারাভাবে অব্যবহার্য্য হইয়া পড়িয়াছে। নূতন জলাশয় খননও দেশে আর বড় হইতেছে না। ফলে বাংলা দেশের পল্লী অঞ্চলে জলাভাব, বিশেষতঃ পানীয় জলের সমস্যা, গুরুতর হইয়া পড়িতেছে। বহু পল্লীবাসী বিশুদ্ধ পানীয় জলের অভাবে কদর্য্য জল পান করিয়া স্বাস্থ্যহীন ও ব্যাধিগ্রস্ত হইয়া পড়িয়াছে ও অকালে প্রাণত্যাগ করিতেছে। নলকূপ দ্বারা দেশব্যাপী এই জলাভাব সমস্যার সমাধান হইতে পারে ইহা বহু মনীষীর ধারণা। কারণ ইহা অপেক্ষাকৃত অল্পব্যয়ে ও স্বল্প পরিসর স্থানের মধ্যে প্রস্তুত করা যায় এবং ইহার জলও পুকুর ও ইন্দারার জলের ন্যায় রোগ বীজাণু দুষ্ট হইবার সম্ভাবনা কম। ইহা ছাড়া শরীর গঠনোপযোগী নানা ধাতব পদার্থ ইহার নলে বিদ্যমান থাকায় পানীয় জল হিসাবে নলকূপের জল যে কোন অপরিস্রুত জল অপেক্ষা অধিকতর স্বাস্থ্যকর। উপরিউক্ত কারণে আজকাল নলকূপের ব্যবহার বৃদ্ধি পাওয়ায় অনেক মধ্যবিত্ত ও অল্প শিক্ষিত ব্যক্তি নলকূপ নির্ম্মাণের কার্য্য ব্যবসায় হিসাবে গ্রহণ করিয়াছেন। কিন্তু কি প্রণালীতে নলকূপ বসাইলে তাহা দীর্ঘকাল স্থায়ী

হয়, মাটীর কোন্ স্তর হইতে জল উত্তোলন করিলে ভাল জল পাইবার সম্ভাবনা, বাংলাদেশের কোন্ অঞ্চলে কত গভীর নলকূপ বসাইলে সুপেয় জল পাওয়া যায়, এই নলকূপ বসাইতে প্রধানতঃ কি কি বিষয়ে সাবধানতা অবলম্বন করিতে হয়, সে বিষয়ে অনেকেরই সম্যক জ্ঞান না থাকায়, তাহারা কোন প্রকারে কার্য্য সমাধা মাত্র করিয়া থাকেন। ফলে যে সকল কূপ প্রস্তুত হয় তাহার জল সকলক্ষেত্রে আশানুরূপ হয় না, এবং ঐ কূপ দীর্ঘকাল স্থায়ীও হয় না। এ দেশে যাঁহারা নলকূপ নির্ম্মাণের কার্য্য ব্যবসায় হিসাবে গ্রহণ করেন তাহাদের অনেকেরই ইংরাজী পুস্তক হইতে এ বিষয়ে সম্যক জ্ঞান আহরণ করা সম্ভব নাও হইতে পারে এবং ইংরাজী পুস্তকে এদেশের স্তর ও অন্যান্য বিষয়ে তেমন কিছু লেখাও নাই; অথচ নলকূপ সম্বন্ধে শিখিবার ও বুঝিবার উপযোগী বাংলা ভাষায়ও কোন পুস্তক নাই। গ্রন্থকার বাংলা ভাষায় এই পুস্তক প্রণয়ন করিয়া দেশের একটী বিশেষ অভাব দুর করিয়া মহৎ উপকার সাধন করিলেন। এই পুস্তকে সহজ ও সরল বাংলা ভাষায় নলকূপ সম্বন্ধে যাবতীয় জ্ঞাতব্য বিষয় সুচারুরূপে সন্নিবেশ করা হইয়াছে।

গভর্ণমেণ্ট্, ডিষ্ট্রিক্ট্‌বোর্ড, ইউনিয়ন বোর্ড্ প্রভৃতিতে কণ্ট্রাক্ট্ লইয়া যাঁহারা নলকূপ নির্ম্মাণ করিতেছেন, তাঁহারা এই পুস্তক পাঠে কি উপায়ে অল্পব্যয়ে ও অল্প সময়ে যথাযথ ভাবে নলকূপ নির্ম্মাণ করিতে হয়, সে বিষয়ে বিশেষ ভাবে জ্ঞান লাভ করিতে পারিবেন। উপরি উক্ত প্রতিষ্ঠানগুলির কর্ত্তৃপক্ষগণও এই পুস্তক পাঠে যথেষ্ট উপকৃত হইবেন। কারণ ইহাতে এমন অনেক তথ্য আছে যাহা সকলেরই জানা উচিত ও যাহা জানিলে ঠিকাদারগণের কাজ সঠিক ভাবে বুঝিয়া লইবার সামর্থ্য জন্মে।

লেখক ইঞ্জিনিয়ার না হইয়াও নলকূপ নির্ম্মাণ সম্বন্ধে জ্ঞাতব্য বিষয়গুলির সঙ্কলনে যে কৃতিত্ব প্রকাশ করিয়াছেন তাহা বিশেষ প্রশংসার যোগ্য।

(রায় সাহেব) শ্রীসুরেন্দ্রনারায়ণ রায়
বি, ই; সি, ই; এ, এম, আই, ই (ইণ্ড)
বঙ্গীয় গভর্ণমেণ্টের স্বাস্থ্য বিভাগের
এক্সিকিউটিভ ইঞ্জিনিয়ার

১৯শে মাঘ ১৩৪৫

গ্রন্থকারের নিবেদন

নদীমাতৃক বঙ্গদেশে আজকাল "জল, জল" বলিয়া মহা আর্ত্তনাদ উঠিয়াছে। কেননা, ইহার নদনদীগুলি প্রায়ই জলশূন্য হইয়া পড়িতেছে।

বিল-ঝিল সব শুকাইয়া চাষভূমিতে পরিণত হইতেছে। দীঘি, পুষ্করিণী সংস্কারাভাবে ভরিয়া গিয়াছে। পূর্ব্বের সেইসব পরোপকারী, মহাপ্রাণ, প্রাতঃস্মরণীয় ধনী, জমিদারদের ন্যায় বর্ত্তমান আর কেহ দীঘি, পুষ্করিণী খনন করিয়া জলদানের ব্যবস্থা করেন না।

দুঃস্থ, অর্থহীন পল্লীবাসীর পক্ষে দীঘি পুষ্করিণী করা একরূপ অসম্ভব। আবার কলেরা প্রভৃতি সংক্রামক ব্যাধির প্রাদুর্ভাব সময়ে ঐ সমস্ত নদ, নদী, দীঘি, পুষ্করিণীর জল মূর্খ, অজ্ঞ লোকেরা নানাপ্রকারে দূষিত করিয়া ফেলে। তখন ঐ সব সংক্রামক ব্যাধি চারিদিকে তাণ্ডব নৃত্য করিতে থাকে এবং হাজার হাজার লোকের প্রাণনাশ করিয়া বাংলার পল্লীকে শ্মশানে পরিণত করে।

তাই আজকাল চতুর্দ্দিক হইতে "জল জল" বলিয়া করুণ আর্ত্তনাদ উঠিয়াছে। ১০।১৫ বৎসর পূর্ব্বেও পল্লীঅঞ্চলে নলকূপের নামও কেহ জানিত না। তারপর ২।৪টী নলকূপ পিটাইয়া বসান হইল বটে, কিন্তু তাহাতে বিশেষ কোন ফলোদয় হইল না। তৎপরে স্লাজার প্রথায় নলকূপ বসানের প্রচলন হইলে অনেকেই অল্প ব্যয়ে নলকূপ বসাইতে লাগিল। কিন্তু নলকূপ মিস্ত্রীদের শিক্ষা, অভিজ্ঞতা

এবং কর্ম্মকুশলতার অভাবে, ঐ সব নলকূপের অধিকাংশই কার্য্যকরী হইল না। তদ্দৃষ্টে লোকে নলকূপের উপর বীতশ্রদ্ধ হইয়া উঠিল।

বাংলা ভাষায় নলকূপ সম্বন্ধে কোন পুস্তক নাই। বাংলা দেশে কিম্বা ভারতবর্ষে এমন কোন বিদ্যালয় নাই, যেখানে নলকূপ সম্বন্ধে বিশেষ ভাবে শিক্ষালাভ করা যায়। যে সব ইংরাজী পুস্তক আছে, তাহা সাধারণ মিস্ত্রীরা পড়িতে পারে না। এবং ঐ সব পুস্তকে এই দেশের স্তর, ভূমি প্রভৃতি সম্বন্ধে কিছুই লেখা নাই।

নলকূপ সম্বন্ধে বাংলা ভাষায় একখানা পুস্তকের একান্ত প্রয়োজনীয়তার বিষয় উপলব্ধি করিয়া, নিজে অনভিজ্ঞ হইয়াও, শ্রীশ্রীঠাকুরকে স্মরণ করিয়া এই দুরূহ কার্য্যে হস্তক্ষেপ করি। এবং পাবনা সৎসঙ্গ হইতেই ইহার অনেক বিষয় সংগৃহীত হয়।

বঙ্গীয় গভর্ণমেণ্টের স্বাস্থ্যবিভাগের মন্ত্রী (তখন ফরিদপুরের ডিষ্ট্রিক্ট বোর্ডের চেয়ারম্যান) মাননীয় তমিজুদ্দীন খান্ এম, এ, বি এল, মহোদয় নানাপ্রকারে সুযোগ সুবিধা ও উৎসাহ প্রদান করিয়া, এই পুস্তক রচনায় আমাকে অনেক সাহায্য করিয়াছেন।

বঙ্গীয় গভর্ণমেণ্টের স্বাস্থ্যবিভাগের চিফ্ ইঞ্জিনিয়ার শ্রদ্ধেয় এস, এন ঘোষ এম, ই; সি, ই মহোদয় আমাকে নানা প্রকারে সাহায্য করিয়াছেন।

এই বহির ইঞ্জিনিয়ারিং বিষয়গুলি লিখিতে অবসরপ্রাপ্ত ডিষ্ট্রিক্ট ইঞ্জিনিয়ার শ্রীযুক্ত জগদীশচন্দ্র সেন বি, ই মহাশয় প্রভূত সাহায্য করিয়াছেন। ইঁহাদের নিকট আমি চিরকৃতজ্ঞ।

রাজেন্দ্র কলেজের প্রফেসর শ্রীযুক্ত শ্রীপদ মুখার্জ্জি মহাশয়ও আমাকে অনেক সাহায্য করিয়াছেন। ফরিদপুর ডিষ্ট্রিক্ট বোর্ডের চেয়ারম্যান মৌলবী ইসুপ আলি চৌধুরী এম, এল, এ, ভাইস্

চেয়ারম্যান্ মৌলবী আলিমুদ্দীন আহম্মদ এবং রায় বাহাদুর অক্ষয়কুমার সেন মহাশয় প্রভৃতি আমাকে অনেক সাহায্য ও সহানুভূতি প্রদর্শন করিয়াছেন, ইঁহাদের নিকটও কৃতজ্ঞ।

এই পুস্তকে ছোট ছোট নলকূপ সম্বন্ধেই বিস্তৃতভাবে সমুদয় বিষয় লিখিত হইয়াছে। বড় বড় নলকূপ সম্বন্ধে বিস্তৃতভাবে সমুদয় বিষয় লেখা হয় নাই। যদি প্রয়োজন হয়, ভবিষ্যতে উহা লিখিত হইবে। জানিনা, এই পুস্তকে আমার উদ্দেশ্য কতদূর সফল হইয়াছে। যদি এই পুস্তকে এই জটিল সমস্যা সমাধানের কথঞ্চিৎও সাহায্য হয়, তবে নিজেকে কৃতকৃতার্থ মনে করিব।

সূচী

প্রথম খণ্ড

দ্বিতীয় খণ্ড

তৃতীয় খণ্ড

বিষয় | পৃষ্ঠা

নলকূপ বা টিউবওয়েল

উৎপত্তি

(GENESIS)

জল ব্যতীত প্রাণিগণ জীবন ধারণ করিতে পারে না বলিয়াই, জলের আর এক নাম জীবন। জলশূন্য স্থানে জীবজন্তু কিছুই বাস করিতে পারে না। এজন্যই মরুভূমি জনপ্রাণীশূন্য। জলের এত প্রয়োজনীয়তার নিমিত্তই বোধ হয় সৃষ্টিকর্ত্তা পৃথিবীর উপরিভাগের ৩/৪ অংশ জলময় করিয়া দিয়াছেন। আমাদের দেহের শতকরা প্রায় ৭০ ভাগ জলীয় পদার্থ। আমরা জল পান করি, আবার বিভিন্ন খাদ্যের মধ্য দিয়া জল আমাদের শরীরে প্রবেশ করে। আমাদের দৈনন্দিন খাদ্যের প্রায় ২/৩ অংশ জলীয় পদার্থ। আবার যেখানে প্রচুর বৃষ্টিপাত না হয়, সেখানে শস্য উৎপাদনের নিমিত্ত জমিতে জল সেচন করিতে হয়। জলের এত আবশ্যকতার বিষয় উপলব্ধি করিয়াই মানবজাতি প্রথমে নদ, নদী, ঝরণা, হ্রদ প্রভৃতি জলাশয়ের নিকটেই তাহাদের আবাসস্থল নির্ণয় করিয়াছিল। কিন্তু ক্রমান্বয়ে লোকসংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ায় এই সব নদ, নদী, ঝরণা প্রভৃতি

স্বাভাবিক জলাশয় হইতে দূরে যাইয়া মানবগণের আবাস স্থাপনের প্রয়োজন হইয়াছিল। তখন তাহারা অন্য প্রকার জলের অনুসন্ধানে প্রবৃত্ত হইয়া ধরণীগর্ভের অফুরন্ত জলরাশির সন্ধান পাইয়াছিল। মানবগণ এইরূপে নদ, নদী, হ্রদ প্রভৃতি স্বাভাবিক জলাশয় হইতে দূর দূরান্তরে দীঘি, পুষ্করিণী, কূপ প্রভৃতি খনন করিয়া জলের ব্যবস্থা করিয়া বসবাস আরম্ভ করিল। কিন্তু কালক্রমে সংখ্যা ও জ্ঞানবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে মানবজাতি এই প্রকার জল দ্বারা সন্তুষ্ট থাকিতে পারিল না। কেন না, তখন তাহারা পরীক্ষা দ্বারা বুঝিতে পারিল যে নদ, নদী, দীঘি, পুষ্করিণী, কূপ প্রভৃতির জল নানাপ্রকারে দূষিত হইয়া যায় এবং এইসব জলে নানাবিধ ব্যাধির বীজাণু মিশ্রিত থাকে। সুতরাং কি করিয়া বিশুদ্ধ ও বীজাণুশূন্য জল পাওয়া যাইতে পারে, তাহার অনুসন্ধানে তাহারা পুনরায় প্রবৃত্ত হইল।

দীঘি, পুষ্করিণী, কূপ খনন দ্বারা তাহারা পূর্ব্বেই জানিয়াছিল যে নিম্নস্তরে জল আছে। তজ্জন্য প্রথমেই মনে আসিল হয়ত আরও নিম্নে প্রচুর পরিমাণে সুপেয় ও জীবাণুবর্জ্জিত জল পাওয়া যাইতে পারে। এই নিম্নস্তরের জলের বিষয় যে মানবগণ বহুপূর্ব্বেও অবগত ছিল, তাহার প্রমাণ মহাভারতে পাওয়া যায়। বীরশ্রেষ্ঠ ভীষ্মদেব যখন কুরুক্ষেত্র রণাঙ্গণে শেষ-শয্যা গ্রহণ করেন, তখন তিনি দুর্য্যোধনের নিকট জলপানের অভিলাষ জ্ঞাপন

করেন। মহারাজ দুর্য্যোধন স্বর্ণভৃঙ্গারে জল আনয়ন করিলে, ভীষ্মদেব উহা পান করিতে অনিচ্ছা জানাইয়া নিকটস্থ নর-নারায়ণ অর্জ্জুনের প্রতি অর্থপূর্ণ দৃষ্টি নিক্ষেপ করিলেন। মহামতি অর্জ্জুন পিতামহের অভিলাষ বুঝিতে পারিয়া স্বীয় হস্তস্থিত গাণ্ডীব দ্বারা ধরণী গর্ভে এক শর নিক্ষেপ করেন। সেই শর মৃত্তিকাস্তর ভেদ করিয়া বহু নিম্নে চলিয়া গেল। এবং উক্ত শরদ্বারা প্রস্তুত ছিদ্রপথে নিম্নস্তর হইতে সুপেয় ও বিশুদ্ধ জল আপনা হইতেই, (আর্টেজিয়ান) স্বতঃপ্রবাহিত নলকূপের মত, উপরে উঠিতে থাকে। ভীষ্মদেব সেই নিম্নস্তরের সুস্বাদু বিশুদ্ধ জল পান করিয়া পরম তৃপ্তি লাভ করেন। এতদ্ব্যতীত এইভাবে নিম্নস্তরের জল উত্তোলনের বিষয় আর কোথাও দৃষ্ট হয় না। উহার যুগযুগান্ত পরে, মাত্র কয়েক শতাব্দী পূর্ব্বে এই নিম্নস্তরের জল উত্তোলনের চেষ্টা পুনরায় আরম্ভ হয়।

কূপের মধ্যে বসান সহজ বলিয়া, প্রথমে একটি কূপ, জলবাহী স্তর পর্য্যন্ত খনন করিয়া উহার মধ্যে লোহার একটী নল কূপের তলদেশের কিছু উপর পর্য্যন্ত নামাইয়া দেওয়া হয়, এবং ঐ নলের চারি পার্শ্বে ও নীচে পাথরের নুড়ি (Pebbles) দ্বারা ভর্ত্তি করিয়া দেওয়া হইল। তারপর উপর হইতে পাম্প করিয়া দেখা গেল, সাধারণ কূপের চেয়ে অনেক বেশী জল আসিতেছে, কিন্তু কিছুক্ষণ পাম্প করায় জল শুকাইয়া গেল। নল উঠাইয়া

দেখা গেল বালু আসিয়া জল প্রবেশের পথ বন্ধ করিয়া দিয়াছে। তখন নলের নীচের মুখ বন্ধ করিয়া দিয়া নলের গায়ে নীচের দিকে কতকটা স্থানে ছিদ্র করিয়া দেওয়া হইল। উহাতে জলের পরিমাণ কিছু বাড়িল বটে, কিন্তু বালু আসা বন্ধ হইল না। এই সমস্যার সমাধান হইল, অত্যন্ত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্রযুক্ত লোহার বা পিতলের জালদ্বারা নলটীকে মুড়িয়া দিয়া। সছিদ্র জাল দ্বারা ঐ সছিদ্র নল মুড়িয়া দেওয়ায় বালু ভিতরে আসা বন্ধ হইল। কিন্তু জলের পরিমাণ পুনরায় কমিয়া গেল। সুতরাং তখন চেষ্টা আরম্ভ হইল কি প্রকারে আরও নিম্নে অধিক জলপূর্ণস্তরে ঐ জাল-আবৃত নলটীকে নামাইয়া দেওয়া যায়। তখন লোহার নলের গায়ে নিম্নভাগে ছিদ্র করিয়া দিয়া নীচের মুখটী বন্ধ করিয়া উহার ঐ ছিদ্রযুক্ত স্থান লোহার বা পিতলের জালদ্বারা জড়াইয়া দেওয়া হইল এবং উপর হইতে কাঠের মুদ্গর দিয়া নলটীকে পিটাইয়া আরও নীচে বসাইয়া দিয়া পাম্প করিয়া দেখা গেল জলের পরিমাণ অনেক বাড়িয়া গিয়াছে। কিন্তু অধিকাংশ স্থলেই জলের সহিত বালু আসিতে লাগিল এবং ক্রমান্বয় বালু আসিতে আসিতে, অবশেষে জল আসা একেবারে বন্ধ হইয়া গেল। তখন নলটী উঠাইয়া দেখা গেল নলের উপরকার জালটী অনেক স্থানে ছিঁড়িয়া গিয়াছে। উহাতে স্পষ্ট বোঝা গেল, নল পিটাইয়া বসাইবার সময় জাল ফাটিয়া

গিয়াছে। তখন জালটী রক্ষা করার চেষ্টা করিতে গিয়া ছিদ্রযুক্ত লোহার বা পিতলের চাদরের (Perforated brass Cover) প্রয়োজনীয়তা অনুভূত হইল।

এই ছিদ্রযুক্ত পিতলের চাদর দ্বারা নলের উপরকার জালটীকে জড়াইয়া দেওয়ায় আশানুরূপ ফল পাওয়া গেল, অর্থাৎ উপর হইতে পিটাইয়া নল বসাইলেও, জাল আর ফাটিল না। ফলে নলের ভিতর বালুও আর আসিতে পারিল না এবং জলের পরিমাণও আর কমিল না। এই ভাবে ক্রম-বিবর্দ্ধন দ্বারা অগভীর নলকূপের সৃষ্টি হইল।

আফ্রিকা মহাদেশের অন্তর্গত আবিসিনিয়ায় এই জাতীয় নলকূপ প্রথমে বসান হয় বলিয়া ইহাকে আবিসিনীয় (Abyssinian) নলকূপ বলা হইয়া থাকে।

আজ ইতালীর কবলে পড়িয়া আবিসিনিয়া তাহার স্বাধীনতা হারাইলেও, তিন হাজার বৎসর সে তাহার স্বাধীনতা রক্ষা করিয়া আসিয়াছিল। এক কালে আবিসিনিয়া উন্নত ও সমৃদ্ধিশালী রাজ্য ছিল। এই দেশের অধিকাংশই মরুভূমি, অথচ এই মরুভূমির মধ্যে সামান্য গর্ত্ত করিলেই বেশ জল পাওয়া যায়। ইহা লক্ষ্য করিয়াই আবিসিনিয়ায় বহুচেষ্টা দ্বারা অগভীর নলকূপ সৃষ্টি হয়।

অগভীর নলকূপেও মানবগণ সন্তুষ্ট থাকিতে পারিল না। অগভীর নলকূপ ৪০'।৫০' ফিটের বেশী পিটাইয়া বসান যায় না। আবার পলি পড়া দেশ (Alluvium soil)

ব্যতীত অন্য কোন স্থানে এই ভাবে পিটাইয়া নল বসান আদৌ সম্ভব নহে।

পিটাইয়া বসাইবার সময় আবার নলটী অনেক সময় ফাটিয়া যায়। নল ফাটিয়া গেলে ত সবই পণ্ড। বিশেষতঃ উপর হইতে চোয়ান জল মিশিয়া অগভীর নলকূপের জল দূষিত হওয়ার বিশেষ সম্ভাবনা থাকে। শীতের সময় এই অগভীর নলকূপের জল অনেক কমিয়া যায়। এই সব কারণে মানবগণ আরও নীচে নলকূপ বসাইবার উপায় উদ্ভাবনের চেষ্টায় প্রবৃত্ত হইল।

তৎপর ১৮৪৫ খৃষ্টাব্দে মনীষী ফভিলি (Fauvelle) জলস্রোত প্রথার (Water-jet system) আবিষ্কার করেন। এই প্রথায় শক্তিশালী ফোর্স পাম্প (Force-Pump) দ্বারা উপর হইতে জলস্রোত দিয়া নীচের মাটী বালু প্রভৃতি ধৌত করিয়া উপরে আনিয়া ফেলিয়া নল ক্রমান্বয়ে নীচে প্রোথিত করা হয়।

এই প্রথা আবিষ্কারের পর হইতেই নল কূপ বসান অতি সহজ ও অল্প ব্যয়সাপেক্ষ হইয়াছে। এই প্রথায় ইচ্ছামত নিম্নে যাওয়া যায়। এই প্রকার ক্রম-বিবর্দ্ধনের দ্বারা নলকূপের এত উন্নতি সাধন হইয়াছে।

বর্ত্তমান যুগে সর্ব্বত্রই নলকূপ বসাইয়া পানের জন্য বিশুদ্ধ, সুস্বাদু ও বীজাণু শূন্য জল উত্তোলন করা হইতেছে।

বিভিন্ন প্রকারের নলকূপ

নলকূপ প্রথমতঃ দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। ১। অগভীর (Shallow) এবং ২। গভীর (Deep wells)। আবিসিনীয় নলকূপ অগভীর (Shallow)। সাধারণতঃ ২৫′ হইতে ৫০′ ফুট পর্য্যন্ত যে নলকূপ বসান হয় তাহাকে অগভীর নলকূপ বলা হয়। এই নলকূপগুলি কোনও অপ্রবেশ্য-স্তর ভেদ করিয়া নীচে যায় না। তজ্জন্য ইহার ভিতর উপর হইতে চোয়ান দূষিত জল প্রবেশ করার সম্ভাবনা থাকে। গভীর নলকূপগুলিতে ঐ প্রকার চোয়ান জল প্রবেশের সম্ভাবনা থাকে না।

যে নলকূপ কোন অপ্রবেশ্য স্তরের ভিতর দিয়া নীচে কোন জলবাহী স্তরে বসান হয়, তাহাকে গভীর নলকূপ বলা হয়। অথবা যে নলকূপ ১০০′ ফিটের নীচে কোন জলবাহী স্তরে বসান হয় তাহাকেও গভীর নলকূপ বলা হইয়া থাকে।

গভীর ও অগভীর নলকূপ সম্বন্ধে কতকগুলি জটিল সমস্যা দৃষ্ট হয়। কোন কোন ইঞ্জিনিয়ার বলেন "অপ্রবেশ্য স্তরের উপরে যে সমুদয় নলকূপ বসান হয় সেগুলি অগভীর এবং অপ্রবেশ্য স্তরের নীচে যে সমস্ত নলকূপ বসান হয় সেগুলি গভীর নলকূপ বলিয়া অভিহিত হইয়া থাকে।"

কিন্তু যেখানে ১৫০′—২০০′ ফিট পর্য্যন্ত কোন অপ্রবেশ্য স্তর পাওয়া যায় না সেখানে গভীর ও অগভীর নলকূপের প্রভেদ কি প্রকারে নির্দ্ধারিত হইবে? ঐ সব স্থানে ১০০′ ফিট বা ততোধিক গভীর স্তরে নলকূপ বসাইলেও কি উহা অগভীর বলিয়া অভিহিত হইবে?

অন্যান্য ইঞ্জিনিয়ারগণ বলেন যে ১০০′ ফিট কিংবা ততোধিক নীচে যে নলকূপ বসান হয় উহা গভীর নলকূপ বলিয়াই আখ্যাত হইবে। এইগুলি কোন অপ্রবেশ্য স্তর ভেদ করিয়া না গেলেও কিছু আসে যায় না। এই শেষোক্ত মতই সমীচীন বলিয়া আমার অভিমত।

এখানে আরও একটী সমস্যার সৃষ্টি হইতেছে, ৫০′ ফিট হইতে ১০০′ ফিট পর্য্যন্ত যে সব নলকূপ বসান হয়, সেগুলিকে গভীর নলকূপই বলা হইবে. অথবা অগভীর নলকূপ বলিয়া আখ্যা দেওয়া হইবে? আমার মনে হয় অন্য প্রকারে গভীর ও অগভীর নলকূপগুলির সংজ্ঞা দিলে অনায়াসেই এই সমস্যার সমাধান হইতে পারে।

যে নলকূপের ভিতর উপরের চোয়ান জল প্রবেশ করিবার সম্ভাবনা থাকে—তাহাকে অগভীর, এবং যে নলকূপের ভিতর উপরকার চোয়ান জল (Surface percolation) প্রবেশ করার সম্ভাবনা থাকে না তাহাকে গভীর নলকূপ বলিয়া অভিহিত করা উচিত। উপরকার চোয়ান জল কতদূর নীচে যাইতে পারে তাহা নির্ণয় করিতে

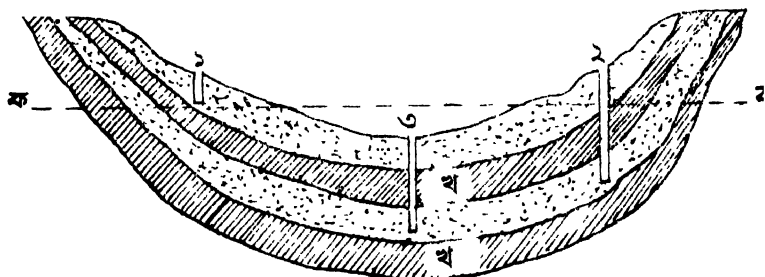
পারিলেই গভীর ও অগভীর নলকূপেব ব্যাখ্যা সম্বন্ধীয় সমস্যার সমাধান হইয়া যায়।

৯০′ ফিটের নীচে উপরকার চোয়ান জলের সহিত নিশ্রিত দূষিত পদার্থের কোনরূপ নিদর্শন সাধারণতঃ পাওয়া যায় না, সুতরাং ১০০′ ফিট বা ততোধিক নিম্নে যে সমস্ত নলকূপ বসান হয়, সেগুলি কোন অপ্রবেশ্য স্তরের ভিতর দিয়া না গেলেও উহা নিঃসন্দেহে গভীর নলকূপ বলিয়া অভিহিত হইতে পারে। এবং ৯০′ ফিটের উপর যে সমস্ত নলকূপ বসান হয়, সেগুলিকে সাধারণতঃ অগভীর নলকূপ বলা যাইতে পারে। কিন্তু উপরকার এই চোয়ান জল সব সময় ৯০′ ফিট পর্য্যন্ত নীচে যায় না। স্তরের বালু, মাটি প্রভৃতি ভাল করিয়া পরীক্ষা করিলেই বেশ বুঝিতে পারা যায় উপরকার চোয়ান জল কতদূর নীচে যাওয়া সম্ভব।

জলের বিভিন্নমুখী গতি সম্বন্ধে পরে যথাস্থানে বলা হইবে। সুতরাং ৫০′ ফিট হইতে ৯০′ ফিট পর্য্যন্ত যে সমস্ত নলকূপ বসান হয় তাহা পারিপার্শ্বিক অবস্থা ও ভূমির অবস্থানুযায়ী অগভীর ও গভীর দুইই হইতে পারে।

পূর্ব্বে অগভীর নলকূপগুলি মুদ্গর দ্বারা পিটাইয়া ৫০′ ফিটের বেশী নীচে বসান যাইত না, কিন্তু আজকাল স্লাজার (ঢেঁকীকল) সাহায্যে এবং জলস্রোত প্রথায় অনায়াসে ২০০′ ফিট পর্য্যন্ত বসান যায়। এই অগভীর নলকূপ সাধারণতঃ মেলা, মিটিং অথবা কলেরা প্রভৃতি সংক্রামক রোগের

প্রাদুর্ভাব সময়ে, সাময়িক ভাবে বসান হইয়া থাকে এবং কার্য্য অন্তে আবার উঠাইয়া লওয়া হয়।

গভীর নলকূপগুলি স্থায়ীভাবে বসান হয়। বড় বড় নলকূপগুলি বাহিরের আবরণী নল দ্বারা (outer casing) বসান হয়, এবং ছোট ছোট নলকূপগুলি বাহিরের আবরণী নল ব্যতীতই বসান হইয়া থাকে। এইগুলিও প্লাজার এবং জলস্রোত উভয় প্রথায়ই বসান হইয়া থাকে।

১। অগভীর নলকূপ। ২। গভীর নলকূপ। ৩। আর্টেজিয়ান নলকূপ। ক...ক ভূগর্ভস্থ জলের উচ্চতা। খ, খ অপ্রবেশ্য-স্তর।

উপরকার চোয়ান জল (Surface percolation) সম্বন্ধে পরে বলা হইবে। এই জলের সহিত নানা প্রকার দূষিত পদার্থ ও নানা রোগের বীজাণু মিশ্রিত থাকে বলিয়াই এসম্বন্ধে বিশেষ অবহিত হইতে হয়। গভীর নলকূপগুলি ১০০' ফিট হইতে ১৫০০' ফিট পর্য্যন্ত বসান হইয়া থাকে। তবে খনিজ তৈল উত্তোলনের নিমিত্ত ৮০০০'।৯০০০' ফিট পর্য্যন্ত নলকূপ বসান হয়। নলকূপ আবার অন্যভাবে (জল উঠার প্রকার ভেদে) দুই প্রকারে বিভক্ত করা চলে।

১। **আর্টেজিয়ান** (Artesian),

২। **সাবআর্টেজিয়ান** (Sub-Artesian)

১। আর্টেজিয়ান বা স্বতঃপ্রবাহিত নলকূপ। এই নলকূপে আপনা হইতেই উপরে জল উঠে। কোনরূপ পাম্পের সাহায্যে জল তুলিতে হয় না। শুধু জলধারা নিয়ন্ত্রণের জন্য একটি (Stop cock) স্টপকক্ লাগাইতে হয়। ফরাসী দেশের অন্তর্গত আর্টেয়িস প্রদেশে এই জাতীয় নলকূপ প্রথম আবিষ্কার হয় বলিয়া, এই শ্রেণীর নলকূপকে আর্টেজিয়ান নলকূপ বলিয়া আখ্যা দেওয়া হইয়াছে। এই প্রকার নলকূপ সাধারণতঃ পার্ব্বত্য প্রদেশেই দৃষ্ট হয়। ভারতবর্ষে কোয়েটা, নবসরাই, পন্দিচেরী, মাহি, রাওলপিণ্ডি প্রভৃতি স্থানেও এই জাতীয় নলকূপ আছে।

হেতু (cause):—যখন দুইটী অপ্রবেশ্য স্তরের মধ্যে একটি প্রবেশ্য স্তর অর্দ্ধচন্দ্রাকারে অবস্থিত থাকে, তখন বৃষ্টি ও অন্য প্রকারে জল ভিতরে প্রবেশ করিয়া ক্রমান্বয়ে প্রবেশ্য স্তরের নিম্নভাগে সঞ্চিত হইতে থাকে। ঐ জলের উৎস বা উৎপত্তি স্থান (source) অনেক উপরে থাকায় এবং ঐ জলের বাহিরে আসিবার কোন পথ না থাকায় উহার চাপ ক্রমান্বয়েই বর্দ্ধিত হইতে থাকে। এমন অবস্থায়, নলকূপ খননের সময় বোরিং পাইপ (খনন-নল) অপ্রবেশ্য স্তর ভেদ করিয়া প্রবেশ্য স্তরে পৌঁছিবামাত্র (জলের উৎস (source)

উপরকার ভূমি হইতে—অনেক উপরে থাকায়, উহার চাপে) প্রবেশ্য স্তরের সঞ্চিত জল আপনা হইতেই উপরে উঠিয়া আসে। ১১২৬ খৃষ্টাব্দে প্রথমে এই আর্টিজান নলকূপ বসান হয়। এই নলকূপ ১৮০০′ ও ১৮৭৮′ ফিট পর্য্যন্ত গভীর আছে।

২। Sub-Artesian সাব-আর্টেজান। পূর্ব্বোক্ত আর্টেজান অবস্থা সর্ব্বত্র বিদ্যমান থাকে না। বঙ্গদেশের অধিকাংশ স্থলেই আর্টেজান অবস্থা বর্ত্তমান নাই। যে অবস্থা আছে তাহাকে সাব-আর্টেজান অবস্থা বলা যাইতে পারে। ভূমির তলদেশে জলের উচ্চতা যতদূর, ততদূর পর্য্যন্ত নলের মধ্যে জল আসিয়া উঠে। অর্থাৎ ২০০′।২৫০′ কি ৩০০′ ফিট পর্য্যন্ত খনন করিলেও নলকূপে জল আসিয়া উঠে—হয়ত ১৫।২০ ফুটের মধ্যে। আর্টেজান নলকূপের মত জল একেবারে উপরে উঠিয়া আসে না। তজ্জন্য এই অবস্থাকে সাব-আর্টেজান অবস্থা বলিয়া অভিহিত করা হয়। এই সব নলকূপে পাম্প লাগাইয়া জল তুলিতে হয়। জলের ঐ উচ্চতাও বিভিন্ন ঋতুতে এবং ভূমির উপরিভাগের অবস্থানুযায়ী নানা রকম হইয়া থাকে। আর্টেজান নলকূপ পার্ব্বত্য প্রদেশে ক্বচিৎ দুই একটা দেখা যায়। সাব-আর্টেজান নলকূপই সর্ব্বত্র দৃষ্ট হয়।

নলকূপের ও অন্যান্য প্রকারের জল

জল প্রতিনিয়ত আমাদের বহু প্রকার কার্য্যে লাগিয়া থাকে। পান, রন্ধন, স্নান, বস্ত্রাদি পরিষ্কার, সেচন, কল কারখানায় ব্যবহার প্রভৃতি নানা কার্য্যের জন্য নিয়ত আমাদের জলের প্রয়োজন। সাগর, হ্রদ, নদ, নদী, পুষ্করিণী, কূপ, প্রস্রবণ, বৃষ্টি প্রভৃতি হইতে আমরা জল পাইয়া থাকি। প্রত্যেক জলের কিন্তু কিছু কিছু বিশেষত্ব থাকে।

সব জলে সব কাজ চলে না। পানের জন্য সুস্বাদু, বিশুদ্ধ ও বীজাণু-বর্জ্জিত জলের প্রয়োজন। কল কারখানায় ব্যবহারের জন্য আবার মৃদু (soft) জলের দরকার। আবার মিউনিসিপালিটীর রাস্তা ঘাট পরিষ্কারের জন্য যে কোন প্রকার জল হইলেই চলে। বুঝিবার সুবিধার জন্য প্রথমে একটি তালিকা দেওয়া হইতেছে।

বিভিন্ন প্রকার জলের দোষগুণ বিচার দ্বারা উৎকর্ষাপকর্ষ বিশদভাবে জানা দরকার।

১। সাগরের জলঃ—লবণাক্ত, বিস্বাদ এবং পানের অযোগ্য। পাতন (evaporation) দ্বারা ইহা বিশুদ্ধ করা যাইতে পারে। কিন্তু সাধারণের পক্ষে পাতন দ্বারা লবণাক্ত জল বিশুদ্ধ করা একরূপ অসম্ভব।

২। বৃষ্টির জলঃ—কিছুক্ষণ বৃষ্টি হওয়ার পর জল ধরিলে উহাতে ময়লা থাকে না সত্য, কিন্তু বৃষ্টির জলে হাইড্রোজেন পার অক্সাইড্ (Hydrogen Peroxide), ক্লোরিণ ও কার্ব্বন ডায় অক্সাইড্ (Carbon Dioxide), নাইট্রোজেন (Nitrogen) এবং নানারূপ বীজাণু প্রভৃতি স্বাস্থ্যের ক্ষতিকারক পদার্থ মিশ্রিত থাকে। তজ্জন্য উক্ত প্রকার জলকে বিশুদ্ধ পানীয় জল বলা চলে না।

৩। প্রস্রবণের জলঃ—এই জলে কোন ভাসমান ময়লা না থাকিলেও উহার সহিত নানাবিধ বায়বীয় ও ধাতব পদার্থ দ্রব অবস্থায় মিশ্রিত থাকে, কোন কোন প্রস্রবণের জলে রেডিয়ম জাতীয় পদার্থ (Radio-active substances) মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়। ঐ সব প্রস্রবণের জল স্নান, পান করার পক্ষে বিশেষ উপকারী। আবার যে সব প্রস্রবণের জলের সহিত দূষিত জিনিষ মিশ্রিত থাকে উহার জল পানের অনুপযোগী। উৎপত্তি স্থানে এই জল বিশুদ্ধ থাকিলেও যতই দূরে যাইতে থাকে ততই নানাবিধ দূষিত পদার্থের মিশ্রণের ফলে, উহা কলুষিত ও পানের অনুপযোগী হইতে থাকে।

৪। নদীর জল :—প্রস্রবণের জলের ন্যায় ইহা উৎপত্তি স্থানে বিশুদ্ধ থাকিলেও যতই দূরে যাইতে থাকে ততই ইহার সহিত নানাবিধ দূষিত পদার্থ মিশ্রণের ফলে কলুষিত ও পানের অনুপযুক্ত হইয়া পড়ে। প্রস্রবণের জল এবং উপরকার জল (Surface water) এই দ্বিবিধ জল দ্বারাই নদীর উৎপত্তি।

বৃষ্টির জলে বায়ু হইতে নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, কার্ব্বনিক এসিড্, ক্লোরিণ প্রভৃতি মিশ্রিত হয় এবং ঐ জল ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হইয়া উপরকার যতরকম ময়লা থাকে, তাহা বহন করিয়া নদী পুষ্করিণী প্রভৃতিতে লইয়া যায়। নদী ভূ-পৃষ্ঠের স্বাভাবিক নর্দ্দমা। নদীর জলে প্রতিনিয়ত কত মৃত জীবজন্তুর দেহ নিক্ষিপ্ত হইতেছে। ঐ সব পচিয়া জলকে দূষিত করিয়া থাকে। নিরক্ষর মূর্খ ব্যক্তিরা মল মূত্র ত্যাগ করিয়া নদীর জল সর্ব্বদা নষ্ট করিতেছে। নদীর জল পাতনক্রিয়া দ্বারা, তলানী পড়িয়া, সূর্য্যোত্তাপ, অক্সিডিয়েসন্ প্রভৃতি দ্বারা অনেকটা বিশুদ্ধ হয় সত্য, কিন্তু তবুও উহা নিঃসন্দেহে পান করা যায় না। বিশেষতঃ নদীর তটবর্ত্তী স্থানেই অনেক সময়ে কলেরা প্রভৃতি সংক্রামক ব্যাধির প্রাদুর্ভাব বেশী হইতে দেখা যায়।

৫। দীঘি, পুষ্করিণীর জল :—নদীর জলের ন্যায় ইহাও বৃষ্টির জলের সহিত মিশ্রিত ও বাহিত নানা প্রকার দূষিত পদার্থ দ্বারা কলুষিত হইয়া থাকে। বিশেষতঃ যে সকল

দীঘি, পুষ্করিণীতে সকলে স্নান করে ও বস্ত্রাদি পরিষ্কার করে, তাহার জল কখনও পান করা উচিত নহে। উপরকার ময়লা ও দূষিত জল পুষ্করিণীর তলদেশ দিয়াও ভিতরে প্রবেশ করিয়া থাকে। দীঘি পুষ্করিণী প্রভৃতির জল উপরকার স্তরের জল। এমন কি অনেক সময় বৃক্ষের শুষ্ক পত্র প্রভৃতি পুষ্করিণীতে পড়িয়া এবং পচিয়া উহার জল দূষিত করিয়া থাকে। নিকটে কোন আড়া, ডোবা, পায়খানা প্রভৃতি থাকিলে, উহা হইতে নানাবিধ দূষিত পদার্থ জলের সহিত মিশিয়া চোয়াইয়া আসিয়াও দীঘি পুষ্করিণীর জল দূষিত করে।

৬। কূপের জল ঃ—দীঘি পুষ্করিণীর জলের ন্যায় এই জলও উপরকার স্তরের। কূপের ভিতরও উপর হইতে বৃক্ষের শুষ্কপত্র ও অন্যান্য জিনিষ পড়িয়া ও পচিয়া উহার জল নষ্ট করিয়া থাকে। ইহার ভিতরও উপরকার চোয়ান দূষিত ও ময়লা জল অনায়াসে প্রবেশ করিতে পারে। বৃষ্টি হওয়ার পর দেখা যায় কূপের জল অনেক বাড়িয়া গিয়াছে। বৃষ্টির জল চোয়াইয়া কূপের ভিতর প্রবেশ করার ফলেই কূপের জল বাড়িয়া যায়। দীঘি পুষ্করিণীর জলের ন্যায় কূপের জলে তেমন ভাবে বাতাস ও সূর্য্যের উত্তাপ না লাগায়, কূপের জল পূর্ব্ব প্রকারের জল হইতে অনেক খারাপ বলিয়াই সকলে মনে করেন। ইষ্টক ও সিমেণ্ট দ্বারা গ্রথিত কূপগুলিতে অন্য দিক দিয়া চোয়ান জল প্রবেশ করিতে

না পারিলেও তলদেশ দিয়া অনায়াসে উপরকার দূষিত ময়লা চোয়ান জল ভিতরে প্রবেশ করিতে পারে। আবার যে সব কূপের উপরটা বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়, সেগুলির মধ্যে আলো-বাতাস না লাগার ফলে উহার জল আরও খারাপ হইয়া যায়। সুতরাং কূপের জল কখনও বিশুদ্ধ, বীজাণু শূন্য ও সুপেয় বলিয়া গ্রহণ করা চলে না।

৭। নলকূপের জলঃ—অগভীর নলকূপের জলঃ— "অগভীর নলকূপে উপরকার দূষিত ময়লা চোয়ান জল প্রবেশের সম্ভাবনা থাকে, তজ্জন্য এই প্রকার জলকে বিশুদ্ধ ও বীজাণু শূন্য বলিয়া গ্রহণ করা চলে না।" এইরূপ মত অনেকে পোষণ করিয়া থাকেন। ইহা যদি সত্য হয় তবে কোন মেলা, মিটিং বা কলেরা প্রভৃতি সংক্রামক ব্যাধির প্রাদুর্ভাব সময় অগভীর নলকূপের জল পান করা ভয়ানক বিপজ্জনক! কিন্তু বাস্তবিক পক্ষে উহা সত্য নহে। একটি দৃষ্টান্ত দ্বারা বিষয়টি পরিষ্কাররূপে বুঝান যাইতেছে।

অনেকেই হয়ত দেখিয়াছেন পল্লী অঞ্চলে গ্রামবাসীরা ৩ কি ৪টী কলসীর সাহায্যে জল পরিষ্কার (Filter) করে। উহার প্রথমটীর মধ্যে অপরিস্কৃত জল থাকে, তার নীচেরটীর মধ্যে থাকে কাঠকয়লা, তার নীচেরটীর মধ্যে থাকে বালু এবং সর্ব্বনিম্নের কলসীর মধ্যে পরিস্কৃত জল আসিয়া জমে। উপরকার কলসীগুলির তলায় ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র করা থাকে। ৯" ইঞ্চি পরিমাণ আল্‌গা (Loose) কাঠকয়লা (Charcoal)

ও বালুর মধ্য দিয়া জল চলিয়া উহা পরিষ্কৃত ও বিশুদ্ধ হইয়া যায়। বাজারে যে সমস্ত ফিলটার (Filter) বিক্রয় হয় তাহাতেও সামান্য কয়েক ইঞ্চি ঘন সন্নিবিষ্ট (Compressed) বালুর মধ্য দিয়া জল চলিয়া যায় এবং তাহাতেই জল পরিস্কৃত ও বিশুদ্ধ হয় এবং ডাক্তারখানাতেও এই সব ফিলটার দ্বারা পরিষ্কৃত জল ব্যবহার করা হইয়া থাকে। অগভীর নলকূপের ভিতর উপরকার চোয়ান জল প্রবেশ করিলেও ঐ জলকে প্রায় ৩০ ফিট পরিমাণ ঘন সন্নিবিষ্ট বালুর মধ্য দিয়া নীচে যাইতে হয়। সুতরাং উপরকার চোয়ান দূষিত ও ময়লা জল অনেক বিশুদ্ধ ও পরিষ্কৃত হইয়া যায়। অতএব অগভীর নলকূপের জল গভীর নলকূপের জল হইতে ভাল না হইলেও অন্য প্রকার জল হইতে অনেক ভাল এবং পানের পক্ষে নলকূপের জলই সর্ব্বোৎকৃষ্ট।

৮। গভীর নলকূপের জল—সুস্বাদু, বিশুদ্ধ এবং বীজাণু শূন্য। উপরকার দূষিত ময়লা চোয়ান জল ইহার মধ্যে প্রবেশ করিতে পারে না এবং উপর হইতে ও ভিতরে কিছু নিক্ষিপ্ত হইতে পারে না। সব দিক দিয়া বিচার করিলে এই জলই পানের পক্ষে সর্ব্বোৎকৃষ্ট বলিয়া গণ্য হইতে পারে। এই কারণে আজকাল সর্ব্বত্রই নলকূপ হইতে পানীয় জল সরবরাহের ব্যবস্থা করা হইতেছে।

ভূতত্ত্ব

Indo-Gangetic Alluvium
সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমতল-প্রদেশ

নলকূপ বসাইতে হইলে ভূস্তর সম্বন্ধে অভিজ্ঞতা থাকার প্রয়োজন। কেননা ঐ ভূস্তরের জ্ঞানের উপরই নলকূপের স্থায়িত্ব ও ভালমন্দ নির্ভর করে এবং ভূগর্ভের এই স্তর সম্বন্ধে জ্ঞানলাভ করিতে হইলে, ভূতত্ত্ব সম্বন্ধেও জ্ঞান থাকা দরকার। ভারতবর্ষের সমুদয় প্রদেশের স্তর ও তাহাদের গঠন এক রকমের নয়। দাক্ষিণাত্য প্রদেশের ভূমি অত্যন্ত পুরাতন। উহার তুলনায় বঙ্গদেশ অত্যন্ত নবীন। আবার এই সমস্ত প্রদেশের গঠনের ইতিহাসও সম্পূর্ণ বিভিন্ন রকমের। পাঞ্জাব প্রদেশের সিন্ধু-নদ বিধৌত ভূমিভাগ হইতে যে সমস্ত প্রদেশের ভিতর দিয়া গঙ্গানদী প্রবাহিত হইয়া বঙ্গোপসাগরে পতিত হইয়াছে, এই সমগ্র দীর্ঘ ভূখণ্ডকে (Indo-Gangetic Alluvium) সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমতল ভূমি বলে। অর্থাৎ সিন্ধু প্রদেশের কতকাংশ, রাজপুতনার উত্তরাংশ, সমগ্র পাঞ্জাব, (আগ্রা অযোধ্যা) যুক্ত প্রদেশ, বিহার, বঙ্গদেশ এবং আসামের অধিকাংশই এই "সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমতল প্রদেশ"।

যখন হিমালয় সমুদ্র গর্ভ হইতে উত্থান করে তখনই এই বিশাল ভূমিখণ্ড জলমগ্ন হয় এবং ইহার তখনকার পরিমাণ ছিল ৩০০০০০—তিন লক্ষ বর্গমাইল। ইহা পশ্চিম দিকে ৩০০ মাইল এবং পূর্ব্ব দিকে ৯০ মাইল প্রশস্ত ছিল।

হিমালয়ের সমুদ্র গর্ভ হইতে উত্থানের সহিত যে এই বিরাট ভূমিখণ্ডের অবনমনের ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক আছে তাহা সকলেই

স্বীকার করেন, কিন্তু কি ভাবে যে ইহা ঘটিল, সে সম্বন্ধে মত ভেদ আছে। *

এপর্য্যন্ত এই ভূভাগে যত খনন হইয়াছে, তাহার কোন স্থানেই নীচের প্রস্তর স্তর পাওয়া যায় নাই, এমন কি এই পলিপড়া ভূভাগের তলদেশ পর্য্যন্ত পৌঁছান যায় নাই।

পাঞ্জাব ও সিন্ধু প্রদেশে--সিন্ধু, ইরাবতী, শতদ্রু, বিপাশা, চন্দ্রভাগা; যুক্ত প্রদেশে, বঙ্গদেশে এবং আসামে—গঙ্গা, যমুনা, করতোয়া, ব্রহ্মপুত্র প্রভৃতি নদনদীগুলি হিমালয় হইতে উদ্ভূত হইয়া প্রতিনিয়ত হাজার হাজার মণ নুড়ি, কাঁকর, মাটী, চূনাপাথর, খড়িমাটী, নানাপ্রকার জীবজন্তুর দেহাস্থি, প্রভৃতি নিম্নাভিমুখে বহন করিয়া আনিয়া বহুযুগ ধরিয়া এই বিস্তীর্ণ ভূভাগ ক্রমে ক্রমে ভর্ত্তি করিয়া ফেলিয়াছে।

চিন্তা করিলে আশ্চর্য্যান্বিত হইয়া যাইতে হয় যে এক গঙ্গানদী প্রতিদিন যে সমস্ত পদার্থ লইয়া গিয়া সমুদ্রে ঢালিয়া আসিতেছে, তাহা বহন করিতে কয়েক শত মালগাড়ীর প্রয়োজন হয়। এইরূপ একটা মোটামুটি হিসাবে দেখা যায় যে, পৃথিবীর সমূদয় নদ নদী বৎসরে প্রায় ৫০ (পঞ্চাশ) হাজার কোটি মণ কঠিন জিনিষ সমুদ্রে

* The great geologist Edward Suess says, "It is a 'fore-deep' in front of the crust waves of the Himalayas as they were checked in their southward advance by the inflexible solid land-mass of the Peninsula The depression is a 'Synclinorium' in nature. This depression was filled by the detritus of the mountains carried by the numerous rivers emerging from them."

ঢালিয়া আসিতেছে। সুতরাং এই নদ নদীগুলি যদি আর এক কোটি বৎসর এইভাবে কঠিন জিনিষগুলি সমুদ্রে ঢালিয়া আসে তবে পৃথিবীর স্থলভাগের কোন চিহ্নই থাকে না। কিন্তু পঞ্চাশ কোটি বৎসর ধরিয়া এই ব্যাপার চলিয়া আসিলেও পৃথিবীর বিশেষ কোন পরিবর্ত্তন লক্ষ্য করা যায় না। কারণ ইহার একদিক যেমন ভাঙ্গে আর একদিক তেমনই গড়িয়া উঠে।

হিমালয় তাহার বিরাট দেহ লইয়া সমুদ্র গর্ভ হইতে উত্থিত হইবার সঙ্গে সঙ্গে নিম্নের ভূমিখণ্ড ধ্বসিয়া বিশাল সমুদ্রের সৃষ্টি হইল। আবার সেই হিমালয় হইতেই উদ্ভূত সিন্ধু, গঙ্গা, যমুনা, ব্রহ্মপুত্র প্রভৃতি নদ নদীগুলি হিমালয় পর্ব্বতের ভগ্নাংশ পাথর, নুড়ি, কাঁকর, চূণাপাথর, কঙ্কাল প্রভৃতি বহন করিয়া লইয়া গিয়া ঐ বিরাট সমুদ্রকে বহুযুগ ধরিয়া ভর্ত্তি করিয়া উহার কিয়দংশকে ভূখণ্ডে রূপান্তরিত করিয়া ফেলিল। কি বিচিত্র সৃষ্টি-চাতুর্য্য !

পৃথিবীর উপরিভাগ প্রথমে আগ্নেয় প্রস্তরে (Igneous-rock) আবৃত ছিল। "ভাঙ্গাগড়া" প্রকৃতির এই চিরন্তন নীতি অনুযায়ী বাতাসস্থিত অক্সিজেন কার্ব্বন-ডায়ক্সাইড্ ও জলীয় বাষ্প নানাপ্রকারে এই আগ্নেয় প্রস্তরকে ভাঙ্গিতে থাকে। পাহাড়ের এই ভগ্ন অংশগুলি ঘাত প্রতিঘাতে ক্রমান্বয়ে ক্ষুদ্র হইতে ক্ষুদ্রতর হইতে থাকে, এবং নদনদী কর্ত্তৃক বাহিত হইয়া এইগুলি সমুদ্রে নীত হয়। সেখানে

সমুদ্র স্রোত এগুলিকে ওলট পালট ও বাছাই করিয়া এবং সমুদ্র হইতে নানারকম চুণজাতীয় দ্রব্য (Calcerious Matters) উহাদের সহিত মিশাইয়া নূতন রকমের প্রস্তর সৃষ্টি করে এবং এই প্রস্তর একত্রিত হইয়া পাহাড়রূপে সমুদ্রগর্ভ হইতে উত্থিত হয়। এই প্রস্তরকেই পলিপ্রস্তর বা জলজ শিলা (Sedimentary or Secondary rock) বলা হয়। বৈজ্ঞানিকগণ বলেন হিমালয়ও একদিন সুনীল জলধি হইতে উঠিয়াছিল। ইহার প্রস্তরও পলি প্রস্তর ; সুতরাং বয়সেও নবীন। উত্তুঙ্গ আল্পস্ পর্ব্বতও এই শ্রেণীর।

হিমালয়ের পলি প্রস্তরে মৎস্য-কঙ্কাল দেখা যাইতেছে।

হিমালয়ের প্রস্তরে মৎস্য ও অন্যান্য নানাবিধ জলচর প্রাণীর কঙ্কাল আজও দেখিতে পাওয়া যায়। অধুনা

উপরকার অধিকাংশ প্রস্তর স্তরই পলিপ্রস্তরের। তার নীচে আগ্নেয় প্রস্তরের স্তর। উপরকার এই প্রস্তর স্তর নীচে ৪০ মাইল পর্য্যন্ত গিয়াছে। এই ৪০ মাইল প্রস্তর স্তরকে ভূত্বক (earth crust) বলে। তারপর অপেক্ষাকৃত নরম স্তর। এই স্তর প্রায় দুই হাজার মাইল গভীর এবং বেশীর ভাগই লৌহ ও শিলিকায় পূর্ণ (বালি জাতীয় দ্রব্য)। তারপর পৃথিবীর কেন্দ্রে পৌছিতে আরও দুই হাজার মাইল। এই দুই হাজার মাইল খাঁটি লৌহ ও নিকেল পূর্ণ। এই স্তর তরল হইলেও এখানে চাপ এবং উত্তাপ দুইই প্রচণ্ড। উপরের দুই হাজার মাইলের প্রচণ্ড চাপে ঐ তরল লৌহ ও নিকেল কঠিন পদার্থবৎ হইয়া আছে।

প্রস্তর

আমরা যে মৃত্তিকার উপর বসবাস করিতেছি এবং যে মৃত্তিকা হইতে নানাবিধ আহার্য্য বস্তু উৎপন্ন করিয়া জীবন-ধারণ করিতেছি, এবং যে বালু লইয়া আমাদিগকে কত চিন্তা ও গবেষণা করিতে হইবে, তাহা কেমন, বুঝিতে হইলে ঐ প্রস্তরগুলির আরও একটু বিশ্লেষণ করিতে হইবে।

পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে যে প্রস্তর দুই প্রকারের।
১। আগ্নেয় প্রস্তর (Igneous or primary rock)
২। পলি প্রস্তর (Sedimentary or Secondary rock)।
আগ্নেয় প্রস্তর আবার দুই শ্রেণীর—গ্রানাইট ও ব্যাসাল্ট (Granite and Basalt)। গ্রানাইট প্রস্তর আবার

পলি প্রস্তর

তিন রকমের। যথা ঃ—১। কোয়ার্টজ (Quartz), ২। এসিড্ ফেল্স্পার (Acid felspar), ৩। সাদা অভ্র (White mica)। ব্যাসাল্টও তিন প্রকারের। যথা ঃ—
১। বেসিক ফেলস্পার (Basic felspar), ২। পাইরক্সিন

(Pyroxene), ৩। অলিভাইন্ ম্যাগনেটাইট্ (Olivine Magnetite)।

পলি প্রস্তর আবার চারি প্রকার:—১। বেলে পাথর (Sand stone), ২। চূণাপাথর (Lime stone), ৩। কর্দ্দম প্রস্তর (Clay stone), ৪। কয়লা (Coal)। আগ্নেয় প্রস্তরগুলি ভাঙ্গিয়া কি প্রকারে পলি প্রস্তরে পরিবর্ত্তিত হয় এবং আগ্নেয় প্রস্তরের কি কি উপাদান হইতে

আগ্নেয় প্রস্তর

কোন্ কোন্ পলি প্রস্তর সৃষ্টি হয়, এই বিষয়টি সংক্ষেপে সুন্দর ভাবে বুঝাইবার নিমিত্ত তালিকা দেওয়া হইল।

তালিকা Schedule

Rock প্রস্তর	Mineral species খনিজ নাম	Constituents উপাদান	Re-deposited in secondary rock as. যেভাবে পরিবর্তিত হইয়া পরে পলি প্রস্তর হয়।
গ্রানাইট (Granite)	কোয়ার্টজ Quartz	সিলিকা Silica	মোটাদানা বালু বা বেলে পাথর এবং অতি ক্ষুদ্রকণা কর্দম বলিয়া অভিহিত হয়। Coarse grains as sand and sand-stone. Finest particles as clay.
	এসিড ফেলস্পার (Acid felspar)	সিলিকা ও এলুমিনিয়া (Silica and aluminia)	কাদা Clay.
		পটাস (potash)	পটাস সল্ট (Potash salt)
		সোডা (Soda)	লবণ (Common salt)
	সাদা অভ্র White mica	সিলিকা, এলুমিনিয়া, পটাস Silica, aluminia, potash.	অভ্র Fine flakes of mica.
ব্যাসাল্ট প্রস্তর (Basalt)	বেসিক ফেলস্পার Basic Felspar	সিলিকা এলুমিনিয়া	কর্দম Clay
		চূণ	চূণা পাথর (Carbonate of lime)
		সোডা	লবণ (Sodium chloride)
	পাইরক্সিন Pyroxene	সিলিকা লৌহ ম্যাগনেসিয়া Magnesia	লৌহ-প্রস্তর Iron stone. ম্যাগনেসিয়া
	অলিভাইন ম্যাগনেটাইট Olivine magnetite	সিলিকা ম্যাগনেসিয়া অক্সাইড অব আয়রণ Oxide of Iron	কর্দম ও চূণা পাথর In clays & lime stone লৌহ প্রস্তর Iron stone

সুতরাং উপরকার বিবরণ হইতে সুস্পষ্টরূপে বোঝা যাইতেছে যে, আগ্নেয় প্রস্তরগুলি ভাঙ্গিয়া কি প্রকারে পলি প্রস্তরে রূপান্তরিত হয়। বেসিক ফেলস্পার ভাঙ্গিয়া উহার মধ্যের সিলিকা ও এলুমিনিয়া একত্রে মিশিয়া কর্দ্দম হয়। এবং এই কর্দ্দমই পরে নানা কারণে কর্দ্দম-প্রস্তরে পরিবর্ত্তিত হইয়া থাকে। উক্ত বেসিক ফেলস্পারের মধ্যস্থিত চূণই পরে নানাভাবে চূণা পাথর হইয়া যায়। বেসিক ফেলস্পারের সোডা, ক্লোরিণের সহিত মিলিয়া লবণের সৃষ্টি করে।

কোয়ার্টজ ভাঙ্গিয়া বালুকণায় পরিবর্ত্তিত হয়। বালুকণাই আবার নানা কারণে বেলে পাথরে (Sand stone) রূপান্তরিত হয়।

ঐ বালুকণাই আবার ঘর্ষণে ঘর্ষণে অতিক্ষুদ্র হইয়া কর্দ্দমে পরিণত হয়।

এই প্রকারে পাইরেক্সিন ও অলিভাইন্ ম্যাগনেটাইট ভাঙ্গিয়া লৌহ প্রস্তরের সৃষ্টি হয়। আগ্নেয় প্রস্তর উত্তপ্ত গলিত পদার্থ হইতে উদ্ভূত বলিয়া উহার ভিতর কোন প্রাণী বা বৃক্ষাদির দেহের কোন চিহ্ন দেখা যায় না। কিন্তু পলিপ্রস্তরের মধ্যে প্রাণী ও বৃক্ষাদির দেহের চিহ্ন জীবাশ্ম দেখিতে পাওয়া যায়। এই জন্য বিশেষ ভাবে পলি প্রস্তর গুলি পরীক্ষা করিলে, বেশ বোঝা যায়, কোথায় এবং কি ভাবে এগুলির উদ্ভব হইয়াছে। পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে

যে পলি প্রস্তর চারি প্রকারের ঃ—১। বেলে পাথর (Sand-stone), এগুলি সাধারণতঃ কোয়ার্টজ্-এর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশ একত্রিত ও সংবদ্ধ (Cemented) হইয়া তৈয়ারী হয়।

২। চূণা পাথর (Lime-stone) ঃ—চূণা পাথরই একরকম দেখা যায়। প্রাণীদের দেহাস্থি সমুদ্রে একত্রিত হইয়া সমুদ্র হইতে অন্যান্য জিনিষ মিশিয়াও চূণা পাথর সৃষ্টি হয়।

৩। কয়লা (Coal) ঃ—মাটী তৈরী হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই বৃক্ষলতা প্রভৃতি উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়। এইসব বৃক্ষাদি নিবিড় ভাবে ভূপৃষ্ঠের বহুস্থান ব্যাপিয়াছিল। এইসব উদ্ভিদ সূর্য্যোত্তাপে বর্দ্ধিত হইয়া পরে মাটীতে পড়িয়া পচিতে লাগিল এবং কালক্রমে ভূমিকম্প প্রভৃতি কারণে মাটী চাপা পড়িল। তাহার উপর আবার নানাজাতীয় বৃক্ষাদি জন্মিল, এবং সেগুলিও কালক্রমে মাটীতে পড়িয়া গিয়া পচিতে পচিতে ক্রমে ভূমিকম্প ও অন্যান্য কারণে মৃত্তিকাবৃত হইল। এই সব বৃক্ষ ক্রমান্বয়ে জমাট বাঁধিল এবং অবশেষে উপরকার স্তরের প্রচণ্ড চাপে ও অন্যান্য কারণে কয়লায় পরিণত হইল।

এই ভাবে উদ্ভিদ ও প্রাণী দেহ দীর্ঘকাল মাটীর ভিতর থাকিয়া, উপরকার চাপে এবং নানা রাসায়নিক প্রক্রিয়ার ফলে খনিজ তৈলে পরিণত হইয়া থাকে। এই কয়লার

খনির গভীরতা নির্ণয়ের জন্যই প্রস্‌পেক্টিভ্‌ বোরিং—(Prospective boring) করা হয়। খনিজ তৈল উত্তোলনের নিমিত্ত গভীর নলকূপ বসান হইয়া থাকে। এই সব নলকূপ অনেক সময় ৮০০০'।৯০০০' হাজার ফিট গভীর করা হয়। ঐ সব প্রাণীর ও বৃক্ষাদির দেহের গলিত অর্দ্ধগলিত অংশগুলি স্তরের বালুর সহিত মিশিয়া যায়। এগুলিকে জীবদেহসঞ্জাত দূষিত পদার্থ (Organic impurities) বলা হয়।

মৃত্তিকা

৪। কর্দ্দম (Clays):—সিলিকা ও এলুমিনিয়া মিশিয়া কর্দ্দমের সৃষ্টি হয়।*

কর্দ্দম ও বালু বহু প্রকারে নিত্য আমাদের বহু কাজে লাগে। বিশেষতঃ নলকূপ মিস্ত্রিদের প্রতিনিয়ত এই দুইটী জিনিষ লইয়া ঘাঁটাঘাঁটি করিতে হয়। এই দুইটী পদার্থকে বিশেষরূপে চেনা ও বোঝা তাহাদের অবশ্য কর্ত্তব্য। কেননা এই পদার্থ দুইটী চেনার উপরই নলকূপের সফলতা নির্ভর করে।

* One common variety of clay divides into thin regular horizontal layers, and it is known as "slate". Slate is a member of the clay series, which has been subjected to such great pressure, that its particles have been rearranged and it breaks into very thin regular slates."

নানাপ্রকার পদার্থ কর্দ্দমের সহিত মিশ্রিত হওয়ার জন্যই বিবিধ রকমের কর্দ্দম দেখা যায়। যথা ঃ—বেলেমাটী, আঠালমাটী, লোঁদ মাটী, চূণামাটী, লোণামাটী ইত্যাদি।

বৃক্ষাদি মাটীতে পড়িয়া, পচিয়া মাটীর সহিত মিশিয়া যায়। ঐ প্রকারে জীবজন্তুর কঙ্কাল, খনিজ দ্রব্যাদি যথা লৌহ, তাম্র, অভ্র, চূণ, খড়িমাটী ইত্যাদিও কালক্রমে মাটীর সহিত মিশিয়া যায়। যেমন মিশ্রি জলের সহিত মিশিয়া তাহার আকৃতিগত বৈশিষ্ট্য হারাইয়া ফেলিলেও প্রকৃতিগত বৈশিষ্ট্য "মিষ্টত্ব" হারায় না, তেমনি ঐ সব নানাবিধ পদার্থ, মাটীর মধ্যে নিজেদের আকৃতিগত বৈশিষ্ট্য হারাইয়া ফেলিলেও প্রকৃতিগত বৈশিষ্ট্য হারায় না। বিভিন্ন রকমের পদার্থ মাটীর সহিত মেশার ফলে, মাটীর রং ও গুণ বিভিন্ন রকমের হইয়া পড়ে।

লোঁদ মাটী (Clay loam) ঃ—ইহার সহিত বালু এবং বৃক্ষাদির গলিত, অর্দ্ধগলিত অংশ মিশ্রিত থাকে। এই মাটীর সহিত হিউমাস্ * (বৃক্ষাদির নানা প্রকারের গলিত অংশ) মিশ্রিত থাকার ফলে ইহার আঠালত্ব (Plasticity) থাকে না, এবং অপ্রবেশ্যত্বও (impermeability) অনেকটা কমিয়া যায়। বাহিরের আবরণী নল ব্যতীত (without

* Humus" :—Products of vegetable decomposition in their various intermediate stages of decay. It contains high percentage of Nitrogen. It is black.

outer-casing) এই প্রকার মাটীতে নলকূপ বসান বড় কষ্টসাধ্য। কেননা মাটীর আঠালত্ব না থাকায় পাড় ভাঙ্গিয়া পড়ে। তজ্জন্য যতশীঘ্র সম্ভব কাজ শেষ করা বিধেয়। এইরকম মাটীতে খনন করার সময়, অনেক সময় উপর হইতে আঠাল মাটী বা অল্প সিমেণ্ট গুলিয়া নীচে ঢালিয়া দিতে হয়। তাহাতে মাটীর আঠাল ভাব একটু বাড়ে। কিন্তু সিমেণ্ট গুলিয়া দিলেই কাজ ভাল হয়।

বেলেমাটী ঃ—এই মাটীতে বালুর ভাগ বেশী থাকায় উহার আঠালত্ব ও অপ্রবেশ্যত্ব অনেক কমিয়া যায়। পরস্পর অসংবদ্ধ ছোট ছোট বালুকণা গুলির মধ্যে ফাঁক থাকায় বেলেমাটী জল আটকাইয়া রাখিতে পারে না।

আঠাল মাটী ঃ—এই মাটীর মধ্যে বালুর ভাগ বেশী না থাকায় এবং হিউমাস না থাকায়, ইহার আঠালত্ব ও অপ্রবেশ্যত্ব (plasticity and impermeability) তুইই ঠিক্ থাকে। মাটীর সহিত কিয়ৎপরিমাণে হাইড্রেটেড্ সিলিকেট (Hydrated silicate) মিশ্রিত থাকার জন্য উহা আঠাল হইয়া থাকে। এই আঠাল মাটী জলশূন্য অবস্থায়, উপর হইতে চাপ পড়িলে, একেবারে পাথরের মত শক্ত হইয়া যায়, তখন ইহা কর্দ্দমপ্রস্তর (Clay stone) বলিয়া আখ্যাত হয়। অনেকে বলেন "এই কর্দ্দমই অপ্রবেশ্য স্তর সৃষ্টি করে" কিন্তু বাস্তবিক পক্ষে উহা সত্য নহে। এই আঠাল কাদার কণাগুলিও জলে পরস্পর বিচ্ছিন্ন হইয়া যায়। ইহার

মধ্যেও জল প্রবেশ করিতে পারে, তবে অত্যন্ত ধীর গতিতে।

এখানে একটী দৃষ্টান্ত দিতেছি। এই কর্দ্দম প্রস্তরই অনেক সময় ভূমিস্খলন ঘটাইয়া থাকে।

ক প্রস্তর স্তর, খ কর্দ্দম স্তর। জল প্রবেশ করায় খ স্তর পিচ্ছল হওয়ায় ক স্তর ধ্বসিয়া পড়ে।

অনেক সময়ে কোন পাহাড় বা ভূমি অন্য একটি কর্দ্দম প্রস্তরের উপর হেলিয়া থাকে। উপরকার পাহাড়ের বা ভূমির ফাটল দিয়া বৃষ্টির বা নদীর জল ভিতরে প্রবেশ করে, এবং ক্রমান্বয়ে নিম্ন দিকে যাইতে থাকে। তখন ঐ কর্দ্দম প্রস্তর ধীরে ধীরে গলিতে থাকে। এইভাবে কিছুকাল মধ্যে কর্দ্দম প্রস্তর গলিয়া পিচ্ছিল কাদায় পরিণত হয়। তখন ঐ পিচ্ছিল কাদার উপর উপরকার ঐ পাহাড়ের বা ভূমিখণ্ডের আর একদিকে হেলিয়া দাঁড়াইবার সম্ভাবনা থাকে না। উহা তখন ধ্বসিয়া পড়ে। সুতরাং দেখা যাইতেছে কর্দ্দম প্রস্তরের ভিতরও জল প্রবেশ করিতে পারে। অপ্রবেশ্য স্তর সৃষ্টি করে কোন্ জাতীয় কর্দ্দমে তাহাই এখন দেখিতে হইবে।

কর্দ্দম ও অপ্রবেশ্য স্তরঃ—আঠাল মাটীর সহিত কিয়ৎপরিমাণে চূণ মিশিলে উহা একেবারে অপ্রবেশ্য হইয়া দাড়ায়।*

মাটীর সহিত সামান্য পরিমাণে চূণ মেশার জন্য, মাটীর আঠালভাব এবং সংশক্তি (Plasticity & Adhesiveness) মোটেই কমে না। এমন কি অনেক সময় শতকরা ৫ ভাগ পর্য্যন্ত চূণ এই জাতীয় মাটীর মধ্যে মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়। কিন্তু বেশী চূণ মিশিলে মাটীর আঠাল ভাব ও সংশক্তি নষ্ট হইয়া যাওয়ায় উহা গুড়া গুড়া (ফুস ফুসে) হইয়া যায়।

একটী নলকূপ খননের সময় আমি নিজে উপস্থিত ছিলাম। ঐরূপ কর্দ্দমের অপ্রবেশ্য স্তর খননের সময় দেখা গেল, মাটীর সহিত, ঝিনুক, শামুক, গুগলী প্রভৃতির খোলার ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশ আসিতেছে, ঐ গুলির কতকাংশ মাটীর সহিত মিশিয়া উহাকে অপ্রবেশ্য করিয়া তুলিয়াছে। এই অপ্রবেশ্য স্তরের মাটী অত্যন্ত কঠিন। উহা খনন করা কষ্ট সাধ্য এবং সময় সাপেক্ষ। এই অপ্রবেশ্য স্তর চেনা নলকূপ মিস্ত্রির পক্ষে একান্ত আবশ্যক। কেন না এই

* We have many clays very impervious to water, owing to certain percentage of lime present in it. Scientist Schlösing also found by experiments certain percentage of lime in that sort of clay.

—*Professor "King"*

অপ্রবেশ্য স্তরের উপরই নলকূপের ভালমন্দ অনেকটা নির্ভর করে। অনেক সময় নলকূপ মিস্ত্রিরা শক্ত মাটীকে অপ্রবেশ্য কর্দ্দম বলিয়া ভুল করিয়া বসে। পলিপড়া প্রদেশে প্রস্তরের অপ্রবেশ্য স্তর পাওয়া যায় না। পলিপড়া প্রদেশে এই জাতীয় কর্দ্দমেই অপ্রবেশ্য স্তর সৃষ্টি করিয়া থাকে। এতদ্ব্যতীত আরও অনেক রকম কর্দ্দম দেখা যায়, সে সব সম্বন্ধে সবিশেষ লেখা নিষ্প্রয়োজন।

বালু

বালু ঃ—পাহাড় পর্ব্বত হইতে ভূমিকম্প, ভূমিস্খলন প্রভৃতি নৈসর্গিক কারণে পাথর ধ্বসিয়া পড়ে। এগুলি ঘাত প্রতিঘাতে ভাঙ্গিতে ভাঙ্গিতে ক্রমে ক্ষুদ্র হইতে থাকে; এবং নদ, নদী ঝরণা প্রস্রবণ, বৃষ্টির জল প্রভৃতির স্রোতে এক স্থান হইতে অন্যস্থানে নীত হয় এবং ঘাত প্রতিঘাতে, ক্রমান্বয়ে ভাঙ্গিতে ভাঙ্গিতে পাথর নুড়িতে (Pebbles), নুড়ি কঙ্করে, এবং কঙ্কর আবার বালুতে পরিণত হয়। বালুও ক্রমান্বয়ে ক্ষুদ্র হইতে থাকে। ক্ষুদ্র হইতে হইতে বালুও তাহার আকৃতিগত বৈশিষ্ট্য সম্পুর্ণ হারাইয়া, কর্দ্দমে রূপান্তরিত হইয়া কর্দ্দম বলিয়াই অভিহিত হয়।

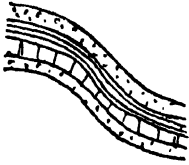
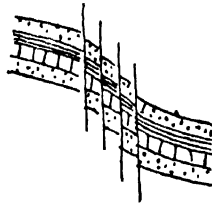
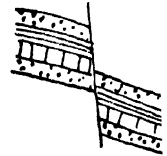
কোয়ার্টজ্ (Quartz) পাথর ভাঙ্গিয়াই বালু হয়। সিলিকন ও অক্সিজেনের (Silicon & Oxygen) রাসায়নিক সংমিশ্রণেই কোয়ার্টজ্ বা বালুর উৎপত্তি হয়। কোয়ার্টজ বা বালু অত্যন্ত কঠিন এবং উহা সহজে গলে না।

পৃথিবীতে যত প্রস্তর আছে তাহার অর্দ্ধেকের বেশী এই কোয়ার্টজ্ জাতীয় প্রস্তর। কোয়ার্টজ্ পাথর নানা বর্ণের হইয়া থাকে। কোয়ার্টজের ন্যায় অন্যান্য বহুরকমের প্রস্তর ও ভাঙ্গিতে ভাঙ্গিতে ক্ষুদ্র হইয়া বালুর সহিত মিশ্রিত হয়। এইরূপে স্বর্ণ, রৌপ্য, লৌহ, অভ্র প্রভৃতি এবং চূণা পাথর, চা খড়ি, জীবজন্তুর কঙ্কাল, বৃক্ষাদির গলিত অর্দ্ধগলিত অংশ প্রভৃতি ও ক্রমান্বয়ে ক্ষুদ্র হইয়া বালুর সহিত মিশিয়া যায়। অবিমিশ্র বালু বড় একটা দেখা যায় না। আমরা যাহাকে বালু বলি বাস্তবিক পক্ষে উহা একটি মিশ্র পদার্থ, নানাবিধ পদার্থ বালুর সহিত মিশ্রিত হওয়ার ফলে বালুর বর্ণ এবং গুণও বিভিন্ন রকমের হইয়া থাকে।

স্তরের বালুর উপরেই নলকূপের ভালমন্দ নির্ভর করে। কেননা স্তরের বালু যেমন হইয়া থাকে নলকূপের জলও তেমন হয়।

কেমন করিয়া বালু চিনিতে ও বুঝিতে হয় তাহা পরে বলা হইবে।

স্তরের অবস্থিতি

স্তরগুলি কখনও সমান্তরাল ভাবে থাকে না, তরঙ্গায়িত অবস্থায় থাকে। অর্থাৎ এই স্থানে যে স্তর ৫০′ ফুট নীচে আছে, কিছু দূরে সেই স্তর হয়ত ৭৫′ ফুট নীচে দেখা যাইবে। আবার একস্থানে যে জলপূর্ণ স্তর ১২৫′ ফুট নীচে পাওয়া যায়, সেই স্তরই কিছুদূরে হয়ত ১৫০′ ফুট নিম্নে

স্তরের স্বাভাবিক অবস্থা — স্তর-বিচ্যুতি — স্তর-বিচ্যুতি

পাওয়া যাইবে। কিন্তু পলি পড়া প্রদেশের স্তর সম্বন্ধে কিছুই বলা চলে না। এতদ্ব্যতীত ভূমিকম্প প্রভৃতি নানা কারণে স্তরের বিচ্যুতি ঘটিয়া থাকে। অর্থাৎ স্তরগুলি তাহাদের স্বাভাবিক অবস্থান হইতে নীচে নামিয়া অথবা উপরে উঠিয়া যায়। ইহাকেই স্তরবিচ্যুতি বা ফল্ট (fault) বলে।

আবার ভূমিকম্প প্রভৃতি কারণে স্তরের মধ্যে ফাটলের (fissure) সৃষ্টি হইয়া থাকে। স্তরের মধ্যে ঐরূপ ফাটল থাকিলে সেখানে জলস্রোতের দ্বারা খনন করা বড় কঠিন। ঐ সব স্থানে অত্যন্ত জলের প্রয়োজন হয়। এবং খনন ও অত্যন্ত দ্রুত গতিতে চালাইতে হয়। নতুবা উপর হইতে দেওয়া জল সমস্তই ফাটলের মধ্যে চলিয়া যায়। নীচের স্তরের মাটী বা বালু ধুইয়া আর উপরে আসে না।

প্রবেশ্য ও অপ্রবেশ্য স্তর

Pervious and Impervious layer

প্রবেশ্য ও অপ্রবেশ্য স্তর সম্বন্ধে বহুস্থানে নানা বিষয়ে উল্লিখিত হইবে। সুতরাং এই সম্বন্ধে কিছু জানা আবশ্যক। বিশেষতঃ নলকূপ মিস্ত্রির এই স্তর সম্বন্ধে বিশেষ অভিজ্ঞতা থাকা একান্ত প্রয়োজন।

প্রবেশ্য স্তর ঃ—যে স্তরের ভিতর দিয়া নীচে জল প্রবেশ করিতে পারে, তাহাকে প্রবেশ্য স্তর বলে। যথা বালুর স্তর।

অপ্রবেশ্য স্তর ঃ—যে স্তরের ভিতর দিয়া জল নিম্নে প্রবেশ করিতে পারে না, তাহাকে অপ্রবেশ্য স্তর বলে। যথা প্রস্তর ও কর্দ্দম স্তর।

পলি পড়া প্রদেশে কর্দ্দমের অপ্রবেশ্য স্তরই পাওয়া যায়। এই প্রদেশে অনেক সময় ঝিনুক, শামুক, গুগলি প্রভৃতি কীটের খোলস ইত্যাদি এবং অন্যান্য জলজন্তুর কঙ্কাল মাটীর সহিত মিশিয়া উহাকে অপ্রবেশ্য করিয়া তোলে।

যে সব স্থান হইতে সমুদ্র বহু পূর্ব্বে অপসরণ করিয়াছে, সেস্থানে এই সব কীটের খোলস বা জীব জন্তুর কঙ্কালের চিহ্ন বড় একটা দেখা যায় না। কাজেই সে সব স্থানে কি ভাবে যে ঐ স্তর উৎপত্তি হইয়াছিল, তাহা আর বুঝিবার উপায় নাই।

পার্ব্বত্য দেশে প্রস্তরের অপ্রবেশ্য স্তরই সাধারণতঃ দেখা যায়; কর্দ্দমের অপ্রবেশ্য স্তর সেখানে বড় একটা দেখা যায় না।

ভূমি—Soil

পূর্ব্বে বালু ও কর্দ্দম সম্বন্ধে বলা হইয়াছে। এখন ভূমির রাসায়নিক উপাদান সম্বন্ধে কিছু বলিব। যে পদার্থ-গুলি অধিক পরিমাণে মৃত্তিকার সহিত মিশ্রিত থাকে, তাহার একটি তালিকা প্রথমেই দিতেছি।

ধাতব (Metals)	অধাতব (Non-metals)
এলুমিনিয়াম Aluminium	অক্সিজেন—Oxygen
ক্যালসিয়াম Calcium	সিলিকন—Silicon
ম্যাগনেসিয়াম Magnesium	কার্ব্বন—Carbon
পটাসিয়াম Potassium	গন্ধক—Sulphur
সোডিয়াম Sodium	হাইড্রেজেন—Hydrogen
লৌহ Iron	ক্লোরিন—Chlorine
ম্যাঙ্গানিজ Manganese	ফস্‌ফরাস—Phosphorus
	নাইট্রোজেন—Nitrogen
	ফ্লোরিন—Fluorine
	বোরন—Boron

এতদ্ব্যতীত এমোনিয়া, তাম্র, রৌপ্য প্রভৃতি অনেক পদার্থ ভূমির সহিত মিশ্রিত থাকে। কিন্তু এগুলি অতি অল্প। অনেকে মনে করিতে পারেন যে, জলের ভিতর এত পদার্থ কেমন করিয়া আসে, তাহা বুঝিবার জন্য উক্ত তালিকাটী দেওয়া হইল।

ভূমি জলের আধার, (Store-house of water)। ভূমি হইতে জল আকর্ষণ করিয়া বৃক্ষাদি উদ্ভিদ প্রাণধারণ করে ও বর্দ্ধিত হয়, এবং মানবগণ দীঘি, পুষ্করিণী, কূপাদি খনন করিয়া এই জল উত্তোলন করিয়া কত কাজে লাগায়।

মৃত্তিকা একটী নির্ম্মাণআগার বিশেষ, (Laboratory)। এখানে আণুবীক্ষণিক অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জীবাণু সুবিধা মত সময়ে কত মৃত প্রাণী ও বৃক্ষাদির দেহাবশিষ্ট পদার্থগুলি ভাঙ্গিয়া কতরকম বিভিন্ন আকারে পড়িতেছে। এবং এই নূতন তৈয়ারী জিনিষগুলি আবার মানব ও বৃক্ষাদির কত কাজে লাগিতেছে।

ভূমিতে সূর্য্যের তাপ আবদ্ধ হইয়া থাকায় তাহা প্রাণী ও বৃক্ষাদির কত উপকারে আসে। বৃষ্টির জলের সহিত বাতাসস্থিত কার্ব্বন ডায়কৃসাইড (Carbon dioxide) মিশ্রিত থাকে।

বৃষ্টির জল যখন মাটীতে পড়িয়া নিম্নাভিমুখে যাইতে থাকে, তখন ভূমির মধ্যস্থিত পূর্ব্বোক্ত ধাতব এবং অধাতব পদার্থগুলি বৃষ্টির জলের সহিত মিশ্রিত কার্ব্বন ডায়কৃসাইড কর্ত্তৃক দ্রবীভূত হইয়া জলের সহিত মিশিয়া যায়।

ঐপ্রকারে ভূমধ্যস্থ ধাতব এবং অন্যান্য অধাতব পদার্থ-গুলি বৃষ্টির জলের সহিত মিশ্রিত ও বাহিত হইয়া নিম্নস্তরের জলের সহিত গিয়া মিশে।

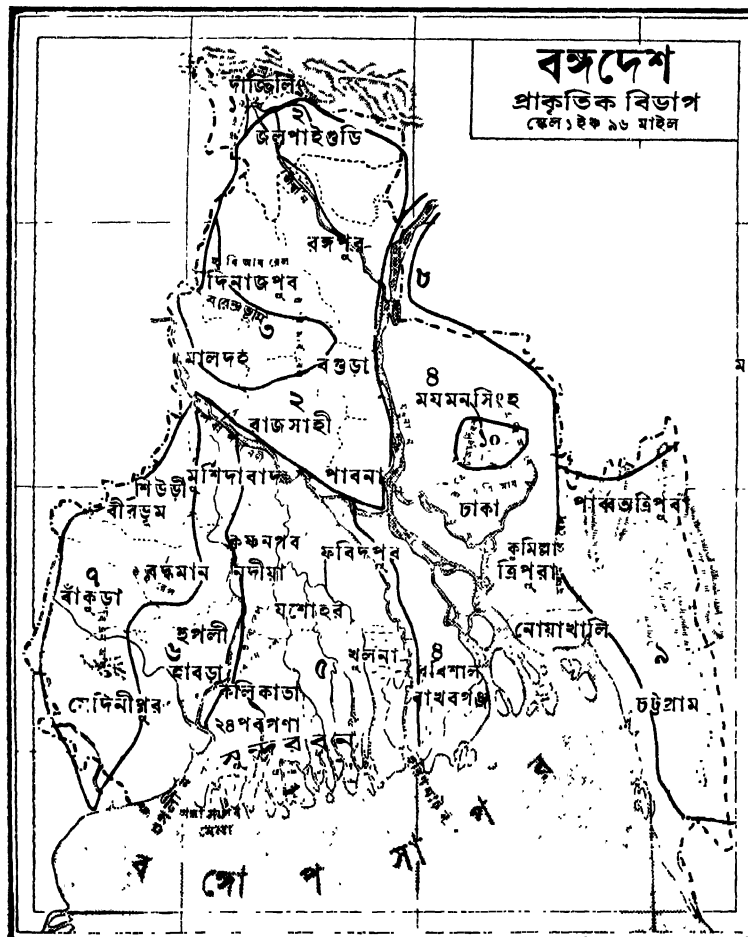
স্তর ও (Strata) ভূপ্রকৃতি

সিন্ধু গঙ্গা প্রবাহিত প্রান্তরের (Indo-Gangetic Alluvium) উৎপত্তি সম্বন্ধে পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে।

এই বিস্তীর্ণ ভূখণ্ডের পাহাড়গুলিও পলি প্রস্তরের বা জলজশিলার। অধুনা প্রবাহিত নদীগুলির তলানীতে যেমন বালু ও মাটী দেখা যায় এই ভূমিভাগের মৃত্তিকাও তদ্রূপ। এই সমতল প্রদেশের মাটীতে প্রচুর চূণজাতীয় পদার্থ দেখা যায়। এই গুলিকেই কাঁকর বলা হইয়াছে। এই কঙ্কর বিহার ও বঙ্গদেশের মাটীতে যথেষ্ট পরিমাণে দৃষ্ট হয়।

এই বিস্তীর্ণ ভূভাগের মধ্যে গঙ্গাপ্রবাহিত যুক্তপ্রদেশ এবং "ভাঙ্গার" সর্ব্বপ্রথমে জলের মধ্য হইতে উত্থিত হয়। কারণ এই ভূখণ্ডের মৃত্তিকা মধ্যে যে সব জীবজন্তুর কঙ্কাল দৃষ্ট হয় সে সমুদয় জীবজন্তু বহুকাল পূর্ব্বে ধরাপৃষ্ঠ হইতে বিলুপ্ত হইয়া গিয়াছে।

তৎপর পাঞ্জাব প্রদেশের অন্তর্গত "খাদার" নামীয় ভূমি ভাগ জলমধ্য হইতে উত্থিত হয়। এই প্রদেশের মৃত্তিকা মধ্যে যে সমস্ত জীবজন্তুর কঙ্কাল দৃষ্ট হয় সে সমস্ত প্রাণী অধুনাও পৃথিবীর বক্ষে বিচরণ করিতেছে।

গঙ্গা ও ব্রহ্মপুত্র নদের মুখের ত্রিকোণাকার ভূখণ্ড বা "বদ্বীপ" সর্ব্বশেষে গঠিত হইয়া উঠে। এই

১। হিমালয়ের পার্ব্বত্যভূমি। ২। উত্তর বঙ্গের প্রান্তর। ৩। বরেন্দ্র ভূমি। ৪। পূর্ব্ববঙ্গ। ৫। মধ্যবঙ্গের ডেল্টা ভূমি। ৬। পশ্চিমবঙ্গের পূর্ব্বাংশ, ডেল্টা ভূমি। ৭। পশ্চিমবঙ্গের পশ্চিমাংশের পাহাড়ে ভূমি। ৮। আসামের পার্ব্বত্যভূমি। ৯। পার্ব্বত্য ত্রিপুরা ও চট্টগ্রাম। ১০। মধুপুরের জঙ্গল।

প্রদেশের পরিমাণ ৫০,০০০ পঞ্চাশ হাজার বর্গমাইল। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে, আমাদের বঙ্গদেশের দক্ষিণ ভাগ (Delta of Ganges and Bramhaputra) অল্পবয়স্ক।

যদিও সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমতল ভূমির ভূতত্ব বিষয়ক (Geological) তেমন কোন অনুসন্ধান হয় নাই তবুও বঙ্গদেশের ভূ-প্রকৃতি সম্বন্ধে কিছু কিছু বলা হইতেছে।

প্রকৃতি হিসাবে বঙ্গদেশকে সাধারণতঃ পাঁচভাগে বিভক্ত করা হইয়া থাকে।

১। ভাগীরথী-হুগলী নদীর পশ্চিম হইতে ছোটনাগপুর পর্য্যন্ত অর্থাৎ বর্দ্ধমান বিভাগকে পশ্চিম বঙ্গ বলা হয়।

২। ভাগীরথী হুগলী নদীর পূর্ব্ব হইতে মধুমতী নদী পর্য্যন্ত অর্থাৎ প্রেসিডেন্সি বিভাগ মধ্যবঙ্গ।

৩। মধুমতী ও ব্রহ্মপুত্রের পূর্ব্বে অর্থাৎ ঢাকা বিভাগকে পূর্ব্ববঙ্গ বলিয়া অভিহিত করা হয়।

৪। গঙ্গার উত্তরে এবং ব্রহ্মপুত্র নদের পশ্চিমে অর্থাৎ রাজসাহী বিভাগকে উত্তর বঙ্গ বলা হইয়া থাকে।

৫। এবং পূর্ব্বদিকে চট্টগ্রাম বিভাগের পার্ব্বত্য ভূখণ্ড।

১। পশ্চিম বঙ্গ অথবা বর্দ্ধমান বিভাগ। এই বিভাগের বর্দ্ধমান, বীরভূম, বাঁকুড়া ও মেদিনীপুর জেলার পশ্চিমেই বিহার, উড়িষ্যা ও ছোটনাগপুরের পার্ব্বত্য, অসমতল ও কঙ্করময় উচ্চ মালভূমি। ঐ সব পাহাড়ের

কতকাংশ ঐ জেলাগুলির ভিতর প্রবেশ করিয়া উহাদের অবস্থাও পশ্চিমের পার্ব্বত্য কঙ্করময় মালভূমির মত করিয়াছে। ঐ চারিটী জেলার পশ্চিমাংশে ছোট ছোট পাহাড় দৃষ্ট হয়, ভূমি ঢেউ খেলান, অসমতল এবং প্রস্তর ও কঙ্করময়।

উক্ত বিভাগের পশ্চিমাংশের মধ্যে একটি লৌহ ও মৃন্ময় (laterite) স্তর আছে। উহার গভীরতা প্রায় ২০০ ফুট। উহা দক্ষিণে উড়িষ্যা হইতে আরম্ভ করিয়া মেদিনীপুর, বর্দ্ধমান ও বীরভূম জেলার পশ্চিমাংশের ভিতর দিয়া উত্তরে রাজমহাল পাহাড়ের পার্শ্বে গিয়া মিশিয়াছে।

বর্দ্ধমান জেলার পশ্চিমে আসানসোল সাব্‌ডিভিসনে গন্দবান্ পর্ব্বতমালা আবিষ্কৃত হইয়াছে। ইহার গভীরতা প্রায় ১১০০′ ফুট। ইহার মধ্যে বহু কয়লার খনি আছে।

বর্দ্ধমান জেলার পূর্ব্বাংশে পলিপড়া ভূমি এবং এই জেলার নদীগুলি পশ্চিমের পাহাড় হইতে উদ্ভূত হইয়া পূর্ব্বমুখে যাইয়া ভাগীরথী নদীতে মিলিয়াছে। এই সব নদীর উভয় পার্শ্বের ভূমিও পলিপড়া।

এই সব পলিপড়া ভূমিতে অল্প খনন করিলেই জল পাওয়া যায়। এই জেলার উত্তর-পশ্চিম ভাগ উচ্চ ও

* Laterite (a porous argillaceous rock much impregnated with iron peroxide) is well developed in the west and is traced northward from Orissa through Midnapur, Burdwan, Birbhum to the flank of Rajmahal hill, where in places it is 200 ft. deep.

অসমতল। পশ্চিম প্রান্তে দামোদর ও অজয় নদের মধ্য ভাগের জমি ঢেউ খেলান ও প্রস্তরপূর্ণ।

বীরভূম ঃ—এই জেলার পশ্চিমে সাঁওতাল পরগণার পাহাড়। এইজন্য এই জেলার পশ্চিমাংশের জমি লাল বর্ণ ও পাহাড়ে দেশের জমির মতই ঢেউ খেলান, অসমতল, এবং প্রস্তর ও কঙ্করময়। আবার উত্তর অঞ্চলের ভূমি কোন কোন স্থানে উচ্চ পাহাড়ে পরিণত হইয়াছে। পূর্ব্ব দক্ষিণ ভাগ নিম্ন সমতলভূমি। এই জেলার মৃত্তিকা অত্যন্ত শক্ত এবং প্রস্তর ও কঙ্করময়। সুতরাং নলকূপ খনন অত্যন্ত কষ্টসাধ্য ও ব্যয় সাপেক্ষ।

বাঁকুড়া ঃ—এই জেলার পশ্চিমে মানভূম জেলার পাহাড়ে ভূমি। এই সব পাহাড় বাঁকুড়া জেলার মধ্যেও অনেকটা প্রবেশ করিয়াছে। সুতরাং এই জেলার পশ্চিমাংশের ভূমি অসমতল, ঢেউ খেলান এবং প্রস্তর ও কঙ্করময়।

পূর্ব্বদিকের ভূমি সমতল ও পলিপড়া কিন্তু স্থানে স্থানে অল্প পাহাড়ে জমির মত। উত্তরপশ্চিমের শুশুনিয়া ও বিহারীনাথ পাহাড় উল্লেখযোগ্য। দক্ষিণপশ্চিমে এক স্থানেই অনেকগুলি পাহাড় আছে। এ জেলার মৃত্তিকা ও অনেকটা বীরভূম জেলার মত শক্ত এবং কঙ্কর ও প্রস্তরময়। যেখানে লৌহ ও মৃন্ময় প্রস্তর আছে সেখানকার জলে লোহার ভাগ বেশী হইয়া থাকে।

মেদিনীপুর ঃ—উত্তর-পশ্চিম কোণে ছোট একটী পাহাড় আছে। উহা ধূসর বর্ণের অভ্রে পূর্ণ। উত্তর ও পশ্চিম দিকের সমতল ভূমি ও লৌহযুক্ত ও মৃন্ময় (laterite) প্রস্তরে পূর্ণ। পূর্ব্বদিকে গঙ্গা নদীর পলিপড়া উচ্চভূমি।

উত্তরে বাঁকুড়া হইতে আসিয়া মেদিনীপুরের ভিতর-দিয়া যে রাস্তা দক্ষিণে উড়িষ্যায় গিয়াছে ঐ রাস্তার পূর্ব্ব ও পূর্ব্ব-দক্ষিণ দিকের ভূমি, পলিপড়া ও সমতল। এবং ঐ রাস্তার পশ্চিমের জমি অসমতল ঢেউ খেলান পাহাড়ে দেশের জমির মত। এই দিকে পশ্চিমে ও উত্তরে ছোট ছোট পাহাড় আছে। এই জেলার দক্ষিণে সমুদ্রতীরে মধ্যে মধ্যে বালির পাহাড় আছে। মেদিনীপুর, বাঁকুড়া, বর্দ্ধমান ও বীরভূম এই চারিটী জেলার পশ্চিমদিকের ভূমির অবস্থা প্রায় একই প্রকার। কিন্তু পূর্ব্বদিকের সমতল পলিপড়া মৃত্তিকা সকল জেলার এক রকমের নয়। বীরভূম জেলার পূর্ব্বদিকের জমি শক্ত এবং কঙ্কর ও প্রস্তরময়। মেদিনীপুর জেলার পূর্ব্বদিকের পলিপড়া ভূমি অনেকটা হাওড়া ও হুগলী জেলার আধুনিক পলিপড়া ভূমির মত।

হুগলী ঃ—এই জেলার মাটী আধুনিক পলিপড়া ও সমতল। তবে দ্বারকেশ্বর নদীর পশ্চিমে কতকাংশ পাহাড় জমির মত ঢেউ খেলান ও কাঁকরযুক্ত।

হাওড়া ঃ—এই জেলার মাটী আধুনিক পলিপড়া এবং সমতল (of recent alluvium)।

২। মধ্যবঙ্গ বা প্রেসিডেন্সি বিভাগ—"মুর্শিদাবাদ" ভাগীরথী নদী এই জেলাকে তুই ভাগে বিভক্ত করিয়াছে। ইহার পশ্চিমের ভাগকে "রাঢ়" এবং পূর্ব্বের ভাগকে "বাগড়ী" বলে। এই জেলার পশ্চিমে বীরভূম জেলা। "রাঢ়ের" ভূমি অনেকটা বীরভূম জেলার পূর্ব্বদিকের মাটীর মতই শক্ত ও কঙ্করময় এবং অনেকটা পাহাড়ে জমির মত। বাগড়ীর ভূমি, পলিপড়া ও সমতল। অনেকটা আধুনিক পলিপড়া জমির ন্যায়। এই জেলার উত্তর পশ্চিমে কয়েকটী ছোট পাহাড়ও আছে।

নদীয়া—এই জেলার ভূমি পলিপড়া ও অনেকটা সমতল। এই জেলার দক্ষিণে "কালান্তর" নামক নিম্নভূমি। ইহার মৃত্তিকা কাল। এই জেলায় অনেক বিল আছে।

চব্বিশ পরগণা—এই জেলার ভূমি গঙ্গা নদীর পলিপড়া মাটীরদ্বারা গঠিত। এই জেলার উত্তর দিকটা উঁচু এবং মাঝখানটা নীচু। এই সব নিম্নভূমিতে অনেক বিল আছে। ইহার দক্ষিণে "সুন্দরবন"। এই সুন্দরবনের ভূমির প্রকৃতির মধ্যে অনেক রকম বৈচিত্র্য দেখা যায়। সুন্দরবনের দক্ষিণ দিকটায় "ভাঙ্গা গড়ার" বিরাম নাই। আজ যেখানে বৃক্ষাদি পূর্ণ জঙ্গল দেখা যাইতেছে, কিছু কাল পরে হয়ত দেখা যাইবে উহা সমুদ্রগর্ভে বিলীন হইয়া গিয়াছে। তেমনি আজ যেখানে সমুদ্রের উত্তাল তরঙ্গ নৃত্য করিতেছে কিছুকাল পরে সেখানে হয়ত দেখা যাইবে এক বিরাট "দ্বীপ" সৃষ্টি হইয়াছে।

কলিকাতা—সহর কলিকাতাও এই সুন্দরবনের সীমার মধ্যে অবস্থিত। এই সহরের ভূমি পলিপড়া মৃত্তিকা দ্বারা গঠিত। এই সহরে একটী নলকূপ খননের সময় ৩৮২′ ফুট নিম্নে অতি প্রাচীন ভূমির নিদর্শন পাওয়া যায়। এখানে খনন করার সময় পরম্পরাক্রমে (alternately) মাটী ও বালুর স্তর পাওয়া যায়।

খুলনা—এই জেলার ভূমি আধুনিক পলিপড়া মৃত্তিকা দ্বারা গঠিত। এই জেলার দক্ষিণেও সুন্দরবন। এই জেলা নিম্ন জলা ভূমিতে পূর্ণ।

যশোহর—এই জেলার মৃত্তিকাও পলিমাটী। এই জেলাও জলা ভূমিতে পূর্ণ।

৩। পূর্ব্ববঙ্গ—অথবা ঢাকা বিভাগ। ফরিদপুর:—এই জেলার উত্তর পশ্চিম দিকটা উঁচু এবং মাটীও শক্ত। এই জেলার ভূমি পলিপড়া মৃত্তিকা দ্বারা গঠিত। দক্ষিণ দিকটা বিল ও জলা ভূমিতে পূর্ণ। এই জেলার পশ্চিম দিকে মধুমতী বারাসিয়া নদীর তীরবর্ত্তী স্থানে একবারে উত্তর সীমা হইতে দক্ষিণ পর্য্যন্ত পিঙ্গল (Brown) রঙের বালু দেখা যায়। এইবালুর স্তর ৮০ ফুট—নিম্ন হইতে আরম্ভ হইয়া ১৬০ হইতে ২০০′ ফুট পর্য্যন্ত দেখা যায়। এই বালুর স্তরে সুন্দর সুস্বাদু জল পাওয়া যায়। এবং জলে লোহার ভাগ অত্যন্ত কম।

এতদ্ব্যতীত সর্ব্বত্রই ধূসর বালু দেখা যায়।

বিল ও জলা ভূমির মাটী কাল। এই সব লেঁাদ মাটীতে আবরণী নল ব্যতীত নলকূপ বসান অত্যন্ত কষ্টকর।

বাখরগঞ্জ—এই জেলার উত্তরে অনেকটা জলা ভূমি। এবং দক্ষিণে সুন্দরবন। এই জেলার মৃত্তিকাও পলিমাটী। এই জেলার নদীগুলিতে সমুদ্র হইতে জোয়ারের সহিত লোনা জল আসিয়া উঠে। তজ্জন্য নদীর জল অপেয় হইয়া পড়ে। নলকূপের জলও অনেক স্থানে লবণাক্ত হইতে দেখা যায়।

ঢাকা—এই জেলার ভূমি পলিপড়া মৃত্তিকা দ্বারা গঠিত। ইহার উত্তরে "মধুপুর" জঙ্গল। এই মধুপুর জঙ্গল ঢাকা ও নারায়ণগঞ্জ সবডিভিসনের অনেকটা স্থান লইয়া অবস্থিত এবং উত্তরে মৈমনসিং পর্য্যন্ত বিস্তৃত। এই "মধুপুর" জঙ্গলের মৃত্তিকা শক্ত অসমতল এবং লাল। মাটীতে অনেক লৌহ মিশ্রিত থাকায় উহার রং লাল। ফরিদপুরের পশ্চিমাংশের ন্যায় ঢাকা জেলার কতকাংশেও হলুদ ও পিঙ্গল বর্ণের বালু দেখা যায়। ইহাকে সাধারণতঃ সাভার বালু বলে। অন্যত্র ধূসর বালুই দৃষ্ট হয়। এই জেলার দক্ষিণ ভাগে অনেক বিল আছে। এই মধুপুরের জঙ্গলের শক্ত মাটীতে বাধা পাইয়াই ব্রহ্মপুত্র নদ অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষ ভাগে তাহার গতি পরিবর্ত্তন করিয়া গোয়ালন্দের নিকট পদ্মার সহিত মিলিত হয়। দক্ষিণ দিকের ভূমি হইতে মধুপুর জঙ্গল প্রায় ৪০' ফুট উচ্চ।

মৈমনসিংহ—ঢাকা জেলার "মধুপুর জঙ্গল" এই জেলার দক্ষিণ পশ্চিম ভাগে বিস্তৃত হইয়া জামালপুর পর্য্যন্ত আসিয়া পৌছিয়াছে। ইহার জমি উচ্চ, লাল এবং অসমতল। এই জেলার উত্তরে আসামের গারো পাহাড়ের উচ্চভূমি। ইহার উত্তর দিকটা উচ্চ এবং ছোট ছোট পাহাড়ে পরিপূর্ণ। কারণ উত্তরের ঐ গারো পাহাড়ের কতকাংশ এই জেলার ভিতর প্রবেশ করিয়াছে। এই জেলার পূর্ব্বভাগ নিম্নভূমি; এখানে অনেক খাল ও বিল আছে।

এই জেলার অধিকাংশ স্থানের ভূমিই পলিপড়া মৃত্তিকা দ্বারা গঠিত। মধুপুর জঙ্গল অতি প্রাচীন পলিপড়া ভূমি। ইহা ৪৫ মাইল দীর্ঘ এবং ৬ হইতে ১৬ মাইল প্রশস্ত এবং ৪০' ফুট উচ্চ। পর্ব্বতের নিকটের ভূমিতে নুড়ি ও কঙ্কর যথেষ্ট দেখা যায়। দূরে এবং নদীর ধারের ভূমি বালুকণা ও পলিমাটী পূর্ণ।

৪। উত্তরবঙ্গ—বা রাজসাহী বিভাগ। পাবনা:—এই জেলার ভূমি পলিপড়া। ইহার উত্তরদিকে চলনবিল। পদ্মার বালুই এই জেলার অধিকাংশ স্থানে দেখা যায়।

বগুড়া—এই জেলার ভূমিও পলিপড়া। এই জেলায় হলুদ, পিঙ্গল এবং পদ্মার বালুও দেখা যায়। এই জেলার পশ্চিমাংশে "বরেন্দ্র" ভূমি অবস্থিত—এই বরেন্দ্রভূমি প্রাচীন পলিপড়া "খেয়ারের" অংশ। বগুড়ার পশ্চিম, দিনাজপুরের দক্ষিণ, রাজসাহীর উত্তর-পশ্চিম, এবং মালদহের পূর্ব্বে

এই বরেন্দ্রভূমি অবস্থিত। বরেন্দ্রভূমির জমি শক্ত লাল উচ্চ ও ঢেউ খেলান। মৃত্তিকার সহিত লৌহ মিশ্রিত থাকার জন্যই মাটীর রং লাল। ইহার মৃত্তিকা "মধুপুর" জঙ্গলের মৃত্তিকার মতই।

মালদহ—এই জেলার ভূমি আধুনিক পলিপড়া মৃত্তিকা দ্বারা গঠিত। কিন্তু পূর্ব্বাংশের বরেন্দ্রভূমি প্রাচীন পলিপড়া খেয়ারের অংশ।

রাজসাহী—এই জেলার উত্তর-পশ্চিমাংশের বরেন্দ্র ভূমি ব্যতীত অন্য সব স্থানের ভূমিই নূতন পলিপড়া মৃত্তিকা দ্বারা গঠিত। এই জেলার মাঝখানে কতকাংশ জলাভূমি—

রংপুর—এই জেলার ভূমিও নূতন পলিপড়া। এই জেলার পূর্ব্বদিকে অনেক বিল ও জলাভূমি আছে।

দিনাজপুর—দক্ষিণে বরেন্দ্রভূমি ব্যতীত অন্য সব স্থানের জমিই নূতন পলিপড়া ও সমতল।

জলপাইগুড়ি—এই জেলার উত্তরে হিমালয় পর্ব্বত। এই সব পর্ব্বত কতকটা জলপাইগুড়ির মধ্যেও প্রবেশ করিয়াছে। বক্সা পাহাড় ব্যতীত—অন্য সব স্থানই নূতন পলি দ্বারা ভর্ত্তি। পাহাড়ের নিকটবর্ত্তী স্থানের মৃত্তিকার মধ্যে নুড়ি কঙ্করের ভাগই বেশী—পাহাড়ের পাদদেশে অনেক চূণা পাথর দৃষ্ট হয়।

দার্জ্জিলিং—এই জেলা হিমালয়ের মধ্যে অবস্থিত। উত্তরে হিমালয়ের শাখা প্রশাখা ও উচ্চ পার্ব্বত্য ভূমি।

দক্ষিণে হিমালয়ের পাদদেশে জঙ্গলময় অস্বাস্থ্যকর নিম্নভূমি। ইহাকে "তরাই" বলে। নেপাল ও দার্জ্জিলিং এর মধ্যে উন্নত সিঙ্গলীলা পর্ব্বত অবস্থিত।

চট্টগ্রাম বিভাগ ঃ—ত্রিপুরা। কুমিল্লার ৫ মাইল পশ্চিমে লালমায়ী পাহাড়। উহার উচ্চতা ৪০' ফুট হইতে ১০০' ফুট। পূর্ব্বদিকে জমি অসমতল এবং ছোট ছোট পাহাড় আচ্ছন্ন। এতদ্ব্যতীত এই জেলার ভূমি পলিপড়া এবং সমতল।

নওয়াখালী ঃ—এই জেলার উত্তর পূর্ব্বদিকের উপদ্বীপের মত ভূখণ্ড পার্ব্বত্য ত্রিপুরার মধ্যে প্রবেশ করিয়াছে। তজ্জন্য এই অংশের জমি পার্ব্বত্য ও অসমতল। এতদ্ব্যতীত অন্য সব স্থানের ভূমি পলিপড়া ও অসমতল। এই জেলার মাঝখানটা নীচু। মেঘনা নদীর মুখেই হাতীয়া ও সন্দীপ দ্বীপ। এগুলি পলিমাটিতে ভর্ত্তি।

চট্টগ্রাম—এই জেলার পূর্ব্বে সমুদ্রের ধারে ছোট ছোট পাহাড় বর্ত্তমান। এই পাহাড়গুলি সমুদ্রের এবং পরস্পরের সহিত সমান্তরাল ভাবে অবস্থিত। পর্ব্বত হইতে আনীত কাদা ও বালুদ্বারা উপত্যকার ভূমি গঠিত।

পার্ব্বত্য চট্টগ্রাম—এই জেলা পর্ব্বতে পরিপূর্ণ বলিয়াই ইহার পার্ব্বত্য নাম দেওয়া হইয়াছে।

হ্রদ, বিল প্রভৃতি দুই কারণে উদ্ভব হয়। ১। প্রাকৃতিক অবনমন হেতু। ২। কোন নদী গতি পরিবর্ত্তন করায় নদীর পূর্ব্ব খাত বিল বা ঝিলে পরিণত হইয়া থাকে।

এই সব জলাশয়ে ক্রমান্বয়ে পলিমাটী পড়িয়া জমা হইতে থাকে এবং কালক্রমে এইগুলি একেবারে ভর্ত্তি হইয়া যায়।

পদ্মানদী গতি পরিবর্ত্তন করায় ফরিদপুর সহরের দক্ষিণে "ঢোলসমুদ্র" নামে একটি জলাশয়ের সৃষ্টি হয়। উহা এখন প্রায় ভর্ত্তি হইয়া গিয়াছে। এইখানে নলকূপ খননের সময় ১০০।১৫০ ফুট পর্যন্ত কেবল আঠাল মাটীই দেখা যায়। উহার নীচে বালুর স্তরে সুপেয় ও বিশুদ্ধ জল পাওয়া যায়। এই জলাশয়ের পরিমাণ ২ মাইল প্রশস্ত এবং ৩ মাইল দীর্ঘ হইবে।

ঐ ফরিদপুর জেলার পালং থানার কতক স্থানে খনন করার সময় ১৫০।২০০ ফুট পর্য্যন্ত কেবল লোঁদ মাটী উঠিতে থাকে। উহার নীচে যাইতে পারিলে তবে বিশুদ্ধ জল পাওয়া যায়। অনুসন্ধানে জানা গিয়াছে যে ঐ সব স্থানে অতি পূর্ব্বে বিল ছিল। যদিও বর্ত্তমানে ঐ স্থানে বিলের কোন চিহ্নই দেখা যায় না। সুতরাং স্থানের সমুদয় অবস্থা বিশেষরূপ জানা থাকিলে কোথায় কিপ্রকারের মৃত্তিকা এবং কোন স্থানে কত ফুট বোর (bore) করিলে বিশুদ্ধ জল পাওয়া সম্ভব ইত্যাদি বিষয় অনায়াসে বুঝা যায়। ইহাতে কাজের অনেক সুবিধা হয়।

নিম্নস্তরের জল

Sub-soil water

ধরণীগর্ভে প্রকৃতির অফুরন্ত জলের ভাণ্ডার রহিয়াছে। যে জল উত্তোলনের নিমিত্ত আমরা নলকূপ বসাইতে এত ব্যগ্র, সে জল কোথা হইতে আসে সে সম্বন্ধে কিছু জানা আবশ্যক।

সমুদ্রের জল সূর্য্যের তাপে জলীয় বাষ্পে পরিণত হইয়া বায়ুর উচ্চ স্তরে উঠে সেখানে শৈত্যের প্রভাবে জলীয় বাষ্প মেঘে পরিণত হয়। মেঘ বৃষ্টি দান করিয়া তৃষিত পৃথিবীকে সুশীতল ও শস্যপূর্ণ করে। বৃষ্টির জলের কতকাংশ মৃত্তিকা মধ্যে প্রবেশ করে, এবং কতকাংশ নদ নদী দ্বারা বাহিত হইয়া পুনরায় সমুদ্রে গিয়া পড়ে। বৃষ্টির জলের যে অংশ মাটীর মধ্যে প্রবেশ করে উহার কতক অংশ কোন অপ্রবেশ্য স্তরের উপর গিয়া সঞ্চিত হইয়া থাকে, এবং কতক অংশ মাটীর ভিতর দিয়া নিম্নাভিমুখে কোন বৃহৎ জলাশয়ের দিকে যাইতে থাকে। নদ নদী, পুষ্করিণী প্রভৃতির জলের ও কতকাংশ মাটীর ভিতর প্রবেশ করে। আমরা উপর হইতে যে জল মাটীর উপর ফেলি তাহাও মাটীর ভিতরে চলিয়া যায়। আমাদের দেশে মেঘের অধিকাংশই উত্তর মুখে যাইয়া হিমালয় পর্ব্বতের উত্তুঙ্গ শৃঙ্গে বাধা পায় এবং

শৈত্যের প্রভাবে উহা বরফ হইয়া হিমালয়ের শৃঙ্গে জমিয়া থাকে। গ্রীষ্ম সমাগমে ঐ বরফ গলিয়া জল হইয়া, উহা দক্ষিণ দিকে সমুদ্রাভিমুখী নানা পথে ছুটিতে থাকে। কতক নদ নদী দ্বারা বাহিত হয়, এবং কতক মাটীর ভিতর দিয়া যাইতে থাকে। নদ নদীর জলেরও কতকাংশ মাটীর ভিতর দিয়া প্রবেশ করিয়া মাটীর নীচের পথে দক্ষিণে সমুদ্রমুখী চলিতে থাকে। নদ নদীর জলের যেমন স্রোত আমরা দেখি, নিম্নস্তরের জলেরও তেমনি স্রোত আছে। মাটীর নীচে এত জল আছে, যাহা যুগ যুগান্তর ধরিয়া উত্তোলন করিলেও শেষ হইবে না, বা কমিবে না। নীচের স্তরের এই সঞ্চিত জল আবার যখন পথ পায়, তখন নানা কারণে অনেক সময় আপনা হইতেই উপরে উঠিয়া আসে। তাহাতেই প্রস্রবণের সৃষ্টি এবং এই কারণেই আর্টে-জান নলকূপে আপনা হইতেই জল উঠিতে দেখা যায়।

এই নিম্নস্তর হইতেই দীঘি পুষ্করিণী কূপ প্রভৃতির জল সরবরাহ হয়। উপরকার এবং নীচের এই সব জলই ক্রমে দক্ষিণাভিমুখে যাইয়া সমুদ্রে পড়ে।

জল-বাহী-স্তর

Water-bearing Stratum

মাটীর নীচে যে অফুরন্ত জল রহিয়াছে, তাহা পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে। আমাদের পায়ের নীচে এত জল রহিয়াছে, অথচ তাহার সন্ধান না জানায় সহস্র সহস্র লোক জলাভাবে প্রাণত্যাগ করিতেছে। অথবা দূষিত জল পান করিয়া দুরারোগ্য ব্যাধিগ্রস্ত হইয়া জীবন্মৃত অবস্থায় কালযাপন করিতেছে। আবার হয়ত অনেক প্রদেশে জলাভাবে কৃষকগণ চাষাবাদ করিতে না পারায় হাজার হাজার বিঘা জমি পতিত অবস্থায় পড়িয়া আছে। আর সেখানকার লোকে অনশনে প্রাণত্যাগ করিতেছে।

সাধারণ লোকে মাটী খুঁড়িয়া কূপ পুষ্করিণী প্রভৃতি তৈয়ারী করিয়াছে বটে, কিন্তু বিশুদ্ধ পানীয় জল অথবা চাষ-আবাদের নিমিত্ত প্রচুর জল সংগ্রহ করিতে পারে নাই। আবিসিনিয়ায় বহু পূর্ব্বে অগভীর নলকূপ বসাইয়া নিম্নের স্তর হইতে জল উত্তোলন করা হইয়াছিল সত্য, কিন্তু সে জলও সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ বা প্রচুর পরিমাণে নহে। ৪০'।৫০' ফুটের অধিক নিম্নে যাইতে না পারায় তাহারাও এই অফুরন্ত ও বিশুদ্ধ জলের সন্ধান পায় নাই।

বিশুদ্ধ ও প্রচুর জল পাইতে হইলে আরও নীচে যাইতে হইবে। ৫০' ফুটের নীচ হইতেই প্রতি ১০' ফুট অন্তর

স্তরের বালু লইয়া পরীক্ষা করিতে হইবে। জলশূন্য খননে (Dry boring) বালু অবিকৃত অবস্থায় উপরে আসে এবং উহা চেনা খুব সহজ হয়। ঐ বালুর অবস্থা ভাল করিয়া পরীক্ষা করিলেই, স্তরের জলের অবস্থা বোঝা যায়। স্তরে জল থাকিলেই বালুর দানাগুলি একটু মোটা দেখায়, এবং বালু বেশ জলসিক্ত থাকে। ঐ বালু শুষ্ক হইলেই আবার একটু মিহি হইয়া যায়।

কিন্তু যেখানে জলদ্বারা খনন করা হয়, সেখানে বালু চেনা একটু কঠিন। কেননা উপর হইতে দেওয়া জলের সহিত মিশিয়া বালু একটু বিকৃত হইয়া যায়। বালুর স্বাভাবিক অবস্থা তখন আর সঠিক ভাবে বোঝা যায় না। একেবারেই যে বোঝা যায় না তা নয়, তবে উহার উপর নির্ভর করা যায় না।

এ অবস্থায়, উপর-হইতে-দেওয়া-জলের, এবং নীচ হইতে যে জল আবার উপরে উঠিয়া আসে, এই উভয় প্রকার জলের পরিমাণ বিশেষ রূপে লক্ষ্য করিতে হয়। তাহা হইলেই নিম্ন স্তরের জলের অবস্থা অনেকটা বুঝা যায়। জলপূর্ণ স্তর খনন করার সময় উপর হইতে অপেক্ষাকৃত বেশী জল দিতে হয়, নতুবা এই স্তর খনন করা যায় না। উপর হইতে দেওয়া-জলের অধিকাংশই জলপূর্ণ স্তরে টানিয়া লইয়া যায়। তজ্জন্য নীচ হইতে সামান্য পরিমাণ জল উপরে আসে এবং এমনও অনেক সময়ে দেখা যায় যে, নীচ হইতে

জল আদৌ উপরে উঠে না। সুতরাং উপর হইতে অধিক পরিমাণে জল না দিলে, বালু ধুইয়া উপরে আসে না।

অনেক সময় স্তরে ফাটল (fissure) থাকিলেও উপর হইতে দেওয়া-জল, ঐ ফাটল দিয়া ভিতরে চলিয়া যায়। কিন্তু ফাটলের জল টানা এবং জলপূর্ণ স্তরের জল টানিয়া লওয়া একরকমের নয়। এটা ভাল করিয়া লক্ষ্য করিলে এবং একটু অভিজ্ঞতা থাকিলে অনায়াসে বোঝা যায়।

জলপূর্ণ স্তরের বালুকণাগুলি পরস্পর বিচ্ছিন্ন ও অসংবদ্ধ (loose) থাকায় উহার ভিতর বোরিং পাইপ ও বাহিরের আবরণী নল সহজে বসিয়া যায়। অন্য বালুর স্তর খনন করিতে যতটা শ্রম এবং সময় লাগে এ স্তর খনন করিতে অত পরিশ্রম ও সময় লাগে না। শুধু উপর হইতে বেশী পরিমাণে জল দিতে হয়।

এমনও অনেক সময় দেখা যায় যে, জলপূর্ণ স্তরে পৌঁছানমাত্র বোরিং পাইপ হঠাৎ কতকটা নীচে বসিয়া যায়, তখন উহা ধুইয়া উপরে উঠান এক সমস্যার ব্যাপার হইয়া পড়ে।

খননকালে অনেক সময় উপর হইতে নীচের স্তরের শব্দ শুনিয়াও স্তরের অবস্থা কতকটা বুঝিতে পারা যায়।

ঝাঝরী বা ছাঁক্‌নী বসাইবার উপযুক্ত স্তর

কর্দ্দম স্তরে অথবা কর্দ্দম মিশ্রিত কোন স্তরে ছাঁক্‌নী বসান চলে না। কেননা কর্দ্দম স্তরে জল থাকে না। প্রস্তর স্তরেও জল না থাকায় ছাঁক্‌নী বসান যায় না। ছাঁক্‌নী বসাইতে হইবে বালু অথবা কঙ্করের স্তরে। বালু অত্যন্ত সরু হইলে, সেখানেও ঝাঝরী বসান উচিত নয়।

বালু এমন হওয়া চাই যেন উহা ৬০।৮০ কিম্বা ১০০ মেস্‌ যুক্ত জালে আটকায়। যে বালুকণা ১০০ মেস্‌ যুক্ত জালে আটকায় না, সে বালুস্তরে ছাঁক্‌নী বসাইলে ঝাঝরীর মধ্যে বালু আসিয়া উহার ছিদ্রগুলি বন্ধ করিয়া দেয়। তবে যদি আর কোন ভাল বালুর স্তর না পাওয়া যায়, এবং নলকূপ উঠাইয়া অন্যত্র বসাইবারও কোন সুবিধা না থাকে, তখন বাধ্য হইয়া সরু বালুস্তরে ছাঁক্‌নী বসাইতে হয়। এবং মোটা বালুর আবরণ দিয়া (Shrowding) সরু বালু যাহাতে ছাঁকনীর মধ্যে প্রবেশ করিতে না পারে তাহার ব্যবস্থা করিতে হয়। বালুর কণা যত মোটা হয় ততই ভাল। কঙ্কর-স্তর পাওয়া গেলে সবচেয়ে ভাল। পাহাড়ের নিকটেই কঙ্করের স্তর পাওয়া যায়। এ সব স্থানে ছাঁকনী দেওয়ার বিশেষ প্রয়োজন হয় না। শুধু নলকূপের নলটী

ছিদ্র করিয়া দিলেই অনেক সময়ে চলে, এবং নীচের মুখটা বন্ধ করিবারও প্রয়োজন হয় না।

পাহাড় হইতে যতই দূরে যাওয়া যায়, ততই এই কঙ্করের স্তর বিরল হইয়া আসে।

একটা বিষয় সর্ব্বদাই মনে রাখিতে হইবে "যে স্তরে যথেষ্ট জল না থাকে সে স্তরের বালু পরীক্ষা করা বৃথা।"

জলপূর্ণ স্তর কেমন করিয়া চিনিতে হয়, তাহা পূর্ব্বেই বলিয়াছি।

বালুর কণা মোটা হইলেই সেখানে ছাঁক্‌নী বসান চলে না। বালু ভাল করিয়া পরীক্ষা করিয়া তবে ঝাঝরী বসান উচিত। কেননা স্তরের বালু যেমন হয়, জলের গুণও তেমনই হইয়া থাকে।

বালুর সহিত অন্য কি কি উপাদান কিরূপ পরিমাণে মিশ্রিত আছে, তাহা ভাল করিয়া পরীক্ষা না করিয়া ছাঁক্‌নী বসাইলে, ভাল জল পাওয়ার প্রত্যাশা করা যাইতে পারে না।

স্বর্ণ খনি ব্যতীত অন্য কোন খনির নিকটে পানীয় জলের নলকূপ বসান সঙ্গত নয়। কেননা খনির নিকট নলকূপ বসাইলে প্রায়শই খনির অবস্থানুযায়ীই জলের গুণ প্রকাশ পায়।

অনেক সময়ে নানা কারণে একাধিক স্তরে ছাঁক্‌নী বসানের প্রয়োজন হইতে পারে। মনে করুন ৩০০ ফুট

খনন করা হইয়াছে। ইহার মধ্যে দুইটী স্তর ভাল। একটী ১৫০′ ফুট হইতে ১৭৫′ ফুট, অন্যটী ২৮০ ফুট হইতে ৩০০′ পর্য্যন্ত। নলকূপের ছাঁক্‌নী দিতে হইবে ৩৫′ ফুট লম্বা। সুতরাং দুই স্তরেই ছাঁক্‌নী বসাইতে হয়; তখন ঐ দুই স্তরে ছাঁক্‌নী বসাইয়া মাঝখানে সাধারণ পাইপ (blind pipe) জুড়িয়া দিতে হয়।

মনে করুন শেষ স্তরের বালুর মধ্যে এমন কোন পদার্থ মিশ্রিত আছে যাহাতে ঐ স্তর হইতে ভাল জল পাওয়ার আশা করা যায় না; এবং উপরে হয়ত অন্য একটী স্তরে এমন কোন দ্রব্য মিশ্রিত আছে, যাহা শেষ স্তরের ঐ জিনিষ-টীর বিরুদ্ধ গুণ বিশিষ্ট (Counteracting agency)।

সুতরাং উভয় উভয়কে নিষ্ক্রিয় করে। (neutralises each other); অতএব ঐ দুই স্তরে ছাঁক্‌নী বসাইলেই, সুপেয় ও বিশুদ্ধ জল পাওয়া যাইতে পারে।

আবার এমন হইতে পারে যে, দুইটি স্তরে দুই রকম ভাল জিনিষ আছে। ঐ দুইটী পদার্থ মিশ্রিত করিতে পারিলে জল খুবই ভাল হইতে পারে। তখন ঐ দুই স্তরে ছাঁক্‌নী বসাইয়া দিয়া, উভয় স্তরের জল সংমিশ্রণ করিয়া অতি উৎকৃষ্ট জলের সৃষ্টি করা যাইতে পারে।

কিন্তু স্তরের বালু ভালরূপ পরীক্ষা করিতে না জানিলে এবং বিশেষ অভিজ্ঞতা না থাকিলে এরূপ করা সম্ভব নয়।

জলের গতি

(Movement of Water)

প্রবেশ্য স্তরের ভূমির মধ্যে সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ছিদ্র থাকে। ঐ সব ছিদ্রের ভিতর দিয়া জল নানা দিকে যাইতে পারে। ইহাকে আমরা জল চোয়ান বলিয়া থাকি (Percolation)। জলের গতি ঊর্দ্ধ, অধঃ ও পার্শ্বাভিমুখী হইতে পারে।

জলের গতিবেগ পার্শ্বাভিমুখেই বেশী হইয়া থাকে। কেননা জলের পার্শ্বগতিই (Lateral flow) স্বাভাবিক গতি। জল নিম্ন দিকে কোন সমুদ্র বা বৃহৎ হ্রদের দিকে ধাবিত হয়। ভারতবর্ষের দক্ষিণে সমুদ্র থাকায় এবং উত্তরে উচ্চ হিমালয় পর্ব্বত জলের আধার (Storehouse) হওয়ায় বঙ্গদেশে জলের পার্শ্বগতি দক্ষিণে। অবশ্য দাক্ষিণাত্য প্রদেশে অন্যরূপ হইয়া থাকে। বিভিন্ন প্রকার ভূমিতে জলের বিভিন্ন প্রকার গতি হইয়া থাকে। জলের পার্শ্বগতি (Lateral flow) স্তরের অবস্থা ভেদে দৈনিক ১৫' ফুট হইতে ১৬৭' ফুট পর্য্যন্ত হইতে দেখা যায়।

জলের নিম্নমুখী গতি (downward movement) পার্শ্বাভিমুখী গতি হইতে অনেক কম; এবং ইহাও ভিন্ন ভিন্ন ভূমিতে বিভিন্ন প্রকারের হইয়া থাকে। জলের এই নিম্ন গতিকেই আমরা উপরের জল নীচে চোয়ান (Surface percolation) বলিয়া থাকি।

অনেক সময় অগভীর নলকূপের জল উপরের এই চোয়ান দূষিত জল দ্বারা নষ্ট হইয়া থাকে। তজ্জন্য কি প্রকার ভূমিতে কিরূপ গতিতে জল নিম্নমুখে যাইয়া থাকে, এটা জানা অবশ্য কর্ত্তব্য।

নিম্নের তালিকা দেখিলেই সুস্পষ্টরূপে বুঝা যাইবে যে, কি রকম ভূমিতে, কি প্রকার গতিতে উপরের জল নিম্নমুখে যাইয়া থাকে।

বালুর আকার (Size)	স্থান	গভীরতা	সময়
১। ৪০ মেস্‌যুক্ত জালের মধ্য দিয়া বাহির হইয়া যায়, কিন্তু ৬০ মেসে আটকায়, এমন বালু।	14" inches in length and ·1 of a square inch in section.	৩০১" ইঞ্চি	২৪ দিনে
২। ৬০ মেসের ভিতর দিয়া গলিয়া যায় কিন্তু ৮০ মেসে আটকায়।	১৪" ইঞ্চি লম্বা এবং এক স্কোয়ার ইঞ্চের ·১ স্থানের ভিতর দিয়া জল নিম্নে যাওয়ার হিসাব।	১০৬" ইঞ্চি	ঐ
৩। ৮০ মেসে গলিয়া যায় কিন্তু ১০০ মেসে আটকায়।		৭৩·২" ইঞ্চি	ঐ
৪। ১০০ মেসে গলিয়া যায়।		৩৯·২" ইঞ্চি	ঐ
৫। লোঁদ মাটী (clay loam)।		১·৬" ইঞ্চি	ঐ

বালুর আকার (Size)	স্থান	গভীরতা	সময়
৬। In fine texured black marshy soil জলা ভূমির কাল মাটী।	14" inches in length and ·1 of a square inch in section.	·৭" ইঞ্চি	ঐ
৭। ৩য় প্রকারের বালুর সহিত অর্থাৎ ৮০ মেসে বাহির হইয়া যায় এবং ১০০ মেসে আটকায়, এমন বালুর সহিত শতকরা ২০ ভাগ নীল রংএর মাটী মিশাইলে।	১৪" ইঞ্চি লম্বা এবং এক স্কোয়ার ইঞ্চের ·১	১০·৫" ইঞ্চি	ঐ
৮। ঐ প্রকারে বালুর সহিত শতকরা ৫০ ভাগ মাটী (নীল মাটী) (blue clay) মিশাইলে।	স্থানের ভিতর দিয়া জল নিম্নে যাওয়ার হিসাব।	২·৭" ইঞ্চি	ঐ

বলা বাহুল্য যে লাল রংএর আঠালো মাটীর ভিতর দিয়া আরও মন্দ গতিতে জল নিম্নমুখে চোয়ায়; এবং অপ্রবেশ্য মাটীর ভিতর দিয়া আদৌ নীচে যাইতে পারে না। নলকূপ খননের সময় মিস্ত্রি বালু ও কাদা লইয়া একটু পরীক্ষা করিলেই অনায়াসে বুঝিতে পারিবে, উপরের জল নীচে কতদূর চোয়াইবে এবং কতদূর যাইয়া জল বিশুদ্ধ হইয়া যাইবে।

শুষ্ক ভূমির ভিতর দিয়া জলের উর্দ্ধমুখী গতির (cappilary movement in dry soil) একটা হিসাব দেওয়া হইতেছে।

		সময়
১। লোঁদ মাটী loam.	১২" ইঞ্চি দীর্ঘ এবং ৬" ইঞ্চি ব্যাস বিশিষ্ট একটী নলের ১১" ইঞ্চি পরিমিত স্থান অতিক্রম করিয়া উর্দ্ধে উঠিতে,	৬ দিন
২। লাল রংএর মাটী Reddish clay.	12" inches in length and 6" inches in diameter pipe to pass 11" inches of that pipe	২২ দিন
৩। লাল রংএর মাটী reddish clay.	When the soil has become dry for some reason.	১৮ দিন
৪। বালু মিশ্রিত মাটী।	যখন ঐ স্থানের ভূমি কোন কারণ বশতঃ শুষ্ক হইয়া গিয়াছে	৬ দিন
৫। সরু বালু fine sand.		২ দিন

অবশ্য ভূমির সাধারণ ও ভিজা অবস্থায় জলের গতি কিছু বাড়ে। মোটা বালুতে, সরু বালু হইতে জলের গতি বেশী হইয়া থাকে। আবার অপ্রবেশ্যস্তরের মাটীর ভিতর দিয়া জল আদৌ উপরে উঠিতে পারে না।

এখন বেশ বুঝা যাইতেছে যে জলের পার্শ্বগতি (lateral) সবচেয়ে বেশী, নিম্নমুখী গতি তার চেয়ে কম এবং উর্দ্ধমুখী গতি সর্ব্বাপেক্ষা কম।

উপরের চোয়ান জল

(Surface percolation)

উপর হইতে যে জল নিম্নমুখী যায় তাহাকেই উপরের চোয়ান জল (surface percolation) বলা হইয়া থাকে।

নানা স্থানের পরীক্ষার ফলাফল লইয়া দেখা গিয়াছে যে, নিম্ন দিকে ৯০′ ফুটের নীচে চোয়ান জলের সহিত মিশ্রিত দূষিত পদার্থের আর কোন চিহ্ন পাওয়া যায় না। তজ্জন্য ঐ ৯০′ ফুটই দূষিত জলের শেষ সীমা বলিয়া ধরিয়া লওয়া হইয়াছে। ৯০′ ফুটের নীচে যাইতে জল যে একেবারে জীবাণুবর্জ্জিত এবং সর্ব্বপ্রকার দোষ শূন্য হইয়া যায় ইহা একরূপ নিশ্চিত। তজ্জন্য ৯০′ ফুটের বেশী অর্থাৎ ১০০′ ফুট বা ততোধিক গভীর নলকূপের জল (Bacteria free) বীজাণু শূন্য বলা যাইতে পারে।

জলের গতি সম্বন্ধে পূর্ব্বেই বিশদভাবে বলা হইয়াছে। বিভিন্ন স্তরের মাটী ও বালু পরীক্ষা করিলেই বেশ বোঝা যায় ঐ স্থানে কতদূর পর্য্যন্ত জল চোয়ানের সম্ভাবনা আছে।

বৃষ্টির বা অন্য কোন কারণে উপরে যখন জল জমে, সেই জলের চাপে ভূমধ্যস্থ বায়ু স্থানান্তরে সরিয়া যায় এবং বায়ু অপসরণের সঙ্গে সঙ্গে জল ভিতরে প্রবেশ করিতে থাকে। উপরের এই জলের সহিত নানা প্রকার দূষিত

পদার্থ এবং নানা প্রকার রোগের বীজাণু মিশ্রিত থাকে; এবং এই দূষিত জল, নদ নদী দীঘি পুষ্করিণী কূপ প্রভৃতির জলের সহিত মিশিয়া জলকে দূষিত করে।

উপরের এই জলের সহিত দুই প্রকার পদার্থ মিশ্রিত থাকে। **জৈব ও অজৈব** (organic and inorganic)

জৈব পদার্থ আবার দুই প্রকারঃ—**উদ্ভিজ্জ এবং প্রাণী-দেহ সম্ভূত** (vegetable and animal origin)। প্রথমোক্ত পদার্থগুলিতে অনেক সময় পেটের পীড়ার সৃষ্টি করে। কিন্তু দ্বিতীয় প্রকার পদার্থগুলি অত্যন্ত অহিতকারী।

প্রাণীদেহ-সম্ভূত পদার্থ। (Animal origin) নর্দ্দমা জাত (sewage):—প্রাণীগণের মলমূত্রাদি (excreta) (নরম ও কঠিন অবস্থায়) ও অন্ত্রজাত ক্রিমি কীটাদির ডিম্ব (intestinal worms) ইহার সহিত মিশ্রিত থাকে।

এতদ্ব্যতীত এই জলের সহিত নানা প্রকার রোগের বীজাণুও মিশ্রিত থাকে (Bacteria)।

প্রচুর বৃষ্টি হওয়ার পর কূপের জল বাড়িয়া গেলে বুঝিতে হইবে, উহার সহিত উপরের চোয়ান জল মিশিয়াছে।

এই সব পদার্থ দুই রকমে জলের সহিত মিশ্রিত থাকিতে পারে, (ক) দ্রবীভূত ও (খ) ভাসমান অবস্থায় (may be dissolved or suspended)। ভাসমান (suspended) জিনিষগুলিই অত্যন্ত ক্ষতিকারক। ব্যাধির

বীজাণুগুলি (The germs or microbes of diseases) সাধারণত ভাসমান অবস্থায়ই জলের সহিত মিশ্রিত থাকে। জলের সহিত এমোনিয়া কম্পাউণ্ড ও সল্টস্ (ammonical compounds and salts) এবং নাইট্রাইট্স্ ও নাইট্রেটস্ (Nitrites and Nitrates) থাকিলে বুঝিতে হইবে, উপরের নর্দ্দমার দূষিত জিনিষ জলের সহিত মিশিয়াছে।

বৃষ্টির জল যখন মাটীতে পড়িয়া ভিতরে প্রবেশ করিতে থাকে তখন ভূমির মধ্যস্থিত ধাতব পদার্থগুলি বৃষ্টির জলের সহিত মিশ্রিত কার্ব্বন ডায়ক্সাইড (carbon dioxide) কর্ত্তৃক দ্রবীভূত হইয়া জলের সহিত মিশিয়া যায়।

নলকূপ বোরিং

দ্বিতীয় খণ্ড

নলকূপের উপকরণ

(Materials)

নল :—(Galvanised pipe)—এই নলগুলি লৌহ নির্ম্মিত, ভিতরে ও উপরে দস্তা দ্বারা আবৃত। অর্থাৎ লোহার উপরে দস্তার কোটিং বা আবরণ দেওয়া থাকে। উপর ও ভিতরের এই আবরণের উপরই নলের ভাল মন্দ ও স্থায়িত্ব নির্ভর করে। ষ্টুয়ার্ট এণ্ড লয়েড্‌স্‌ কোম্পানীর নলই ভাল। কেন না এই কোম্পানীর নলের উপরকার আবরণ খুব মজবুত। কন্টিনেণ্টাল (Continental) পাইপও বাজারে পাওয়া যায়। এগুলির আবরণ বা কোটিং ষ্টুয়ার্টস এণ্ড লয়েড্‌স্‌ কোম্পানীর চেয়ে খারাপ। এই নলের দামও কম।

ছাঁকনী বা ঝাঝরী (Strainer)

ছাঁকনীর উপরই নলকূপের স্থায়িত্ব নির্ভর করে। সেই কারণে ছাঁকনী সম্বন্ধে বিস্তৃতভাবে বর্ণনা করা হইতেছে। ছাঁকনী অনেক প্রকারের আছে।

১। **জ্যাকেট ছাঁকনী** (Jacketed Strainer)— তিনটী জিনিষ দ্বারা এই জাতীয় ছাঁকনী প্রস্তুত করা হয়।

(ক) পূর্ব্বকথিত ৩′ বা ৬′ ফুট এক খণ্ড নলের গায়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র করিয়া দেওয়া হয়।

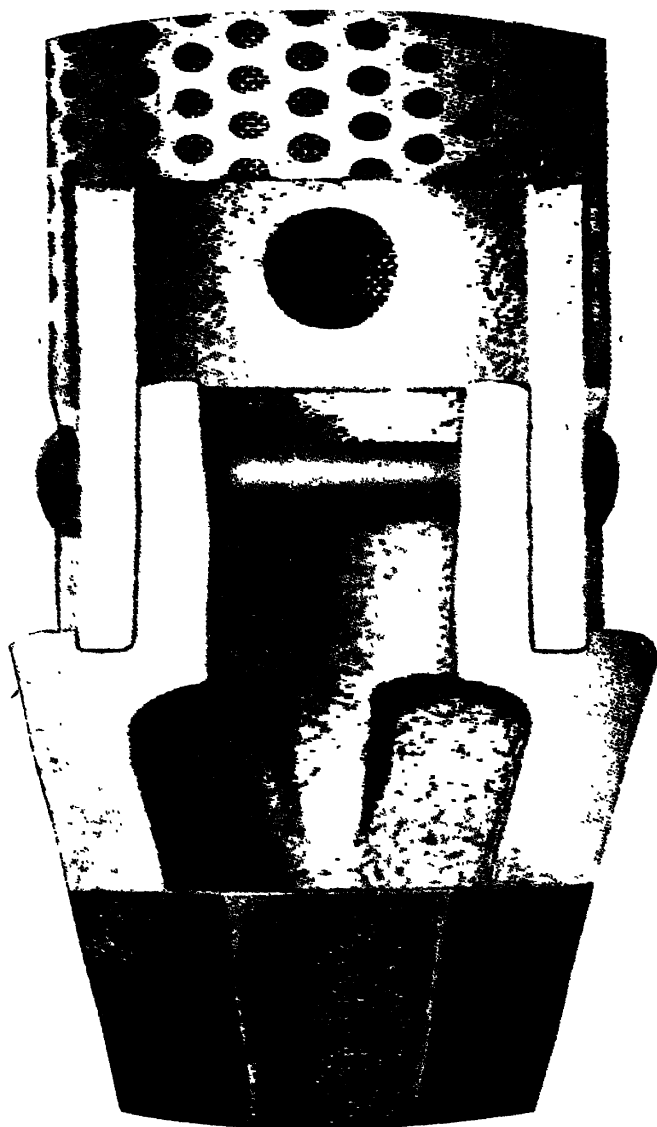
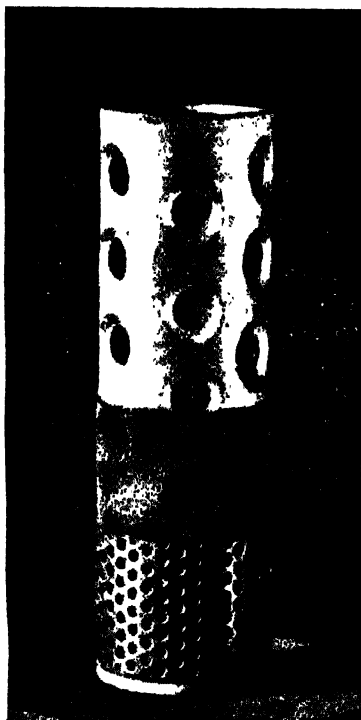
(খ) তৎপর ঐ সছিদ্র নলটীকে পিতলের অথবা তামার জাল দ্বারা আবৃত করিয়া দেওয়া হয়।

এই জাল নানা রকমের তৈরী হয়। কোন জালে প্রতি ইঞ্চিতে (per lineal inch) ৬০টী ছিদ্র, কোন জালে প্রতি ইঞ্চিতে ৮০, এবং কোন জালে বা প্রতি ইঞ্চিতে ১০০টী ছিদ্র থাকে। এবং এই ছিদ্রের সংখ্যানুযায়ীই জালের নাম দেওয়া হইয়া থাকে। স্তরের বালুর আকৃতি (size) অনুযায়ীই সরু বা মোটা ছিদ্রযুক্ত-জালে-জড়ান-ছাঁকনী ব্যবহার করিতে হয়। এই জাল-জড়ান থাকার জন্যই নলের ভিতরে বালু প্রবেশ করিতে পারে না।

(গ) ছাঁকনী বসানের সময়ে যাহাতে কোনরূপ আঘাত লাগিয়া জালটী ছিড়িয়া না যায়, তজ্জন্য ঐ জালের উপর এক খণ্ড সছিদ্র পিতলের পাত দিয়া ভাল করিয়া মুড়িয়া দেওয়া হয়।

জ্যাকেট ছাঁকনী ওয়াল ওয়ার্থ কোম্পানীরই ভাল। এই কোম্পানীর ছাঁকনীর গ্যালভ্যানাইজিং এবং পিতলের জাল খুব ভাল। তজ্জন্য এই ছাঁকনীগুলি মজবুত ও স্থায়ী হয়।

জ্যাকেট ছাঁকনী (ড্রাইভিং পয়েণ্ট যুক্ত)

এসামএসার্ভ

২। **ভল্-ভল্ ছাঁকনা** (Val-Val Strainer)—এই ছাঁকনীর ভিতরের নলের ছিদ্রগুলি "ছক্" (Bevelled) যুক্ত। অন্যান্য ছাঁকনীর ছিদ্র অপেক্ষা এই ছিদ্রগুলি সুন্দর ভাবে কাটা। এই কারণে, ইহাতে জল কিছু বেশী পাওয়ার প্রত্যাশা করা যাইতে পারে। এবং এই ছিদ্রগুলির মুখও দস্তা আবৃত (Galvanized) সুতরাং সহসা মরিচা (rust) ধরার কোন সম্ভাবনা নাই। ঐরূপ ছিদ্রযুক্ত নলের উপর পিতলের জাল এবং তদুপরি পিতলের সছিদ্র চাদর (perforated-brass sheet) মোড়া থাকে। ছিদ্রের ঐরূপ বৈশিষ্ট্য ব্যতীত জ্যাকেট ছাঁকনীর সহিত এই ছাঁকনীর আর কোনরূপ পার্থক্য নাই।

"ভল্-ভল" ছাঁকনী

৩। **তার-জড়ান ছাঁকনী** (Wire-Wound Strainer)—এই প্রকার ছাঁকনীতে, সছিদ্র-নলটীর উপর

একটী তার জড়াইয়া, তাহার উপর পিতলের জালটী লাগান হয় এবং তদুপরি পিতলের সছিদ্র পাতটী (Perforated brass sheet) মুড়িয়া দেওয়া হয়।

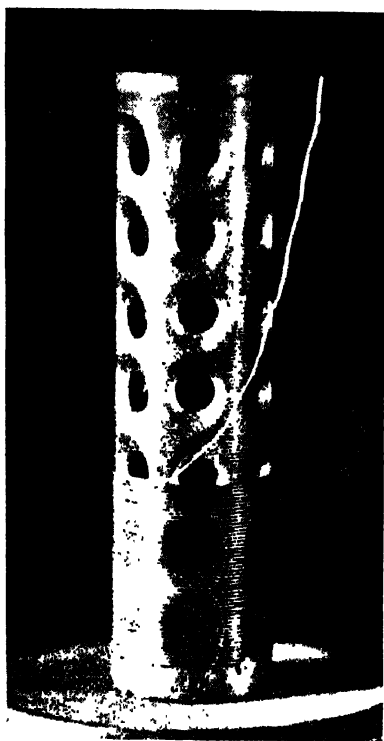
নলের গায়ে তার জড়াইয়া দেওয়ায়, নল এবং পিতলের জালের মধ্যে কিছু ফাঁক থাকে, তজ্জন্য ভিতরে অনায়াসে জল প্রবেশ করিতে পারে। সুতরাং প্রথম প্রকারের জ্যাকেট ছাঁকনী হইতে, জল অনেক বেশী পাওয়া যায়।

৪। **তেজ ছাঁকনী** (Tez Strainer)—পাঞ্জাবের তেজ কোম্পানী এই ছাঁকনী প্রস্তুত করিতেছেন। উহার নলটী পিতলের বা তামার নির্ম্মিত। এবং প্রায় ১/১৬" ইঞ্চি পুরু। নলটীর গায়ে এড়োএড়ি (Horizontally) ভাবে নালী কাটা থাকে। নালীগুলি ভিতরের দিকে একটু ছড়ান থাকে। তজ্জন্য বালু উহার গায়ে সহসা লাগিয়া থাকিতে পারে না। নালীগুলির ফাঁক বা আকার ৬০।৮০। ১০০ মেশযুক্ত জালের ন্যায়। ঐ নালীগুলিই জালের কাজ করে। এবং নলটী পুরু পিতলের পাতের তৈরী বলিয়া, উহাকে রক্ষা করার জন্য আর কোনরূপ পিতলের চাদরের প্রয়োজন হয় না।

তেজ ছাঁকনী কুক ছাঁকনীর অনুকরণে প্রস্তুত।

জ্যাকেট ছাঁকনী হইতে এই ছাঁকনীতে জল বেশী পাওয়া যায়। এবং এক ধাতু নির্ম্মিত হওয়ার জন্য ইহাতে মরিচা

ধরার কোন সম্ভাবনা নাই। তজ্জন্য এই ছাঁকনী দীর্ঘকাল স্থায়ী হয়।

৫। **তারের ভল্-ভল্ ছাঁকনী** :—এশ্‌ফোর্ড (Ash Ford) ছাঁকনীর অনুকরণে এই ছাঁকনী প্রস্তুত করা হইয়াছে। একটি পিতলের পুরু এবং সছিদ্র নলের উপর "চুড়ি" কাটা থাকে, ঐ "চুড়ি"গুলির উপর পিতলের তার জড়ান থাকে। এবং তারগুলি এমনভাবে জড়ান থাকে যে, উহার মধ্য দিয়া জল ভিতরে প্রবেশ করিতে পারে কিন্তু বালু আর ভিতরে ঢুকিতে পারে না।

তারের ছাকনী

সাধারণ জ্যাকেট ছাকনী হইতে এই ছাঁকনীতে জল অনেক বেশী পাওয়া যায়। এবং এক-ধাতু-নির্ম্মিত হওয়ার জন্য ইহাতে মরিচা ধরিতে পারে না। তজ্জন্য ইহা দীর্ঘকাল স্থায়ী হয়। ষ্টার

ইঞ্জিনিয়ারিং কোম্পানীর এই ছাঁকনীগুলি সত্যই প্রশংসার যোগ্য।

৬। **"এসবি" নামক আর এক রকম ছাঁকনী আছে**; উহাতে ষ্টীল ফ্রেমের (Steel Frame) উপর নারিকেলের ছোবড়ার পাটি জড়ান থাকে। ছোবড়ার পাটির ভিতর দিয়া জল প্রবেশ করিতে পারে, কিন্তু বালু ভিতরে যাইতে পারে না।

৭। বড় বড় নলকূপের জন্য অন্য রকম ছাঁকনী প্রস্তুত হয়। উহাতে একটী ষ্টীলের ফ্রেম থাকে। ঐ ফ্রেমের চারিদিকে বিশিষ্ট রকমের তামার তার জড়ান থাকে। ঐ তারগুলি এমনভাবে জড়ান হয় যে, একটীর সহিত আর একটী লাগে না। তারের মধ্যে সামান্য একটু ফাঁক থাকে। ঐ ফাঁকের মধ্য দিয়া জল ভিতরে প্রবেশ করিতে পারে বটে, কিন্তু বালু ভিতরে ঢুকিতে পারে না।

৮। **এক এবং একাধিক ধাতু নির্ম্মিত ছাঁকনী**:— (Mono-metal & Multi-metal Strainers) একাধিক ধাতুদ্বারা যে সমুদয় ছাঁকনী প্রস্তুত করা হয়, সেগুলির একটা অসুবিধা এই যে, ভূমির নিম্নে কোন কোন অবস্থায় তড়িৎ-প্রবাহ সৃষ্টি হওয়ার ফলে (Electrolytic action) আবরণ পড়িয়া, উহার ছিদ্রগুলি বন্ধ হইয়া যায়। কিন্তু এক-ধাতু-নির্ম্মিত (mono-metal) ছাঁকনীতে উক্ত আবরণ খুব কম পড়ে। এই কারণে অনেকেই আজকাল এক-ধাতু-

নির্ম্মিত ছাঁকনী ব্যবহার করার পক্ষপাতী। কারণ এরূপ ছাঁকনী দীর্ঘ দিন স্থায়ী হয়।

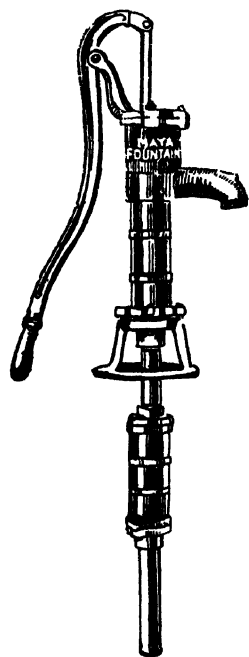
জল তুলিবার কল বা পাম্প (Pump):—পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, বঙ্গদেশে অধিকাংশ স্থানেই আর্টেজিয়ান্ অবস্থা বর্ত্তমান নাই, সুতরাং ভূমির নিম্নে জলের উচ্চতা যতটা, ততদূর পর্য্যন্ত নলের মধ্যে জল আসিয়া উঠে। সেখান হইতে জল তোলার জন্য পাম্পের প্রয়োজন হয়। কোন পাম্পই একটী নির্দ্দিষ্ট উচ্চতার বেশী শোষণ করিয়া জল তুলিতে পারে না। এই উচ্চতা হিসাব মতে ৩৪′ ফুট হইলেও কার্য্যতঃ শোষণের সীমা ২০′ ফুটের অধিক হয় না।

সব স্থিরভাবে থাকিলে, জল যতদূর পর্য্যন্ত থাকে তাহাকে বলে "স্থিত্যাত্মক শোষণের উচ্চতা" বা ষ্ট্যাটিক্ সাকস্‌ন্ হেড্ (Static Suction Head)। পূরাদমে পাম্প করার সময় জল যতদূর পর্য্যন্ত নীচে নামে তাহাকে বলে "অবনমন উচ্চতা" বা ডিপ্রেসন্ হেড (Depression Head)। আবার নলের সহিত ঘর্ষণের ফলেও জলের উচ্চতা কিছু কমিয়া যায়। ইহাকে বলে "ঘর্ষণ উচ্চতা" বা ফ্রিকস্‌ন্ হেড্ (Friction Head)।

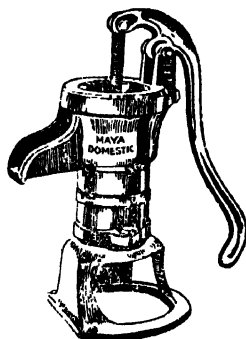
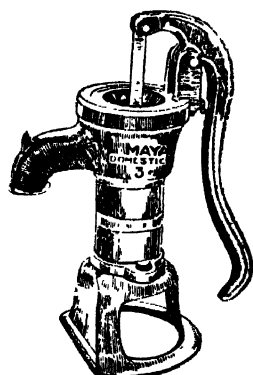
স্থিত্যাত্মক উচ্চতা হইতে ২০′ ফুট মাপিলে চলিবে না। পূরাদমে পাম্প করিবার সময় জল যতদূর পর্য্যন্ত নামে, সেই স্থান হইতে ২০′ ফুট মাপিতে হইবে। যদিও অবনমন ও ঘর্ষণ উচ্চতা সব মিশিয়া ২০′ ফুটের বেশী হওয়া উচিত

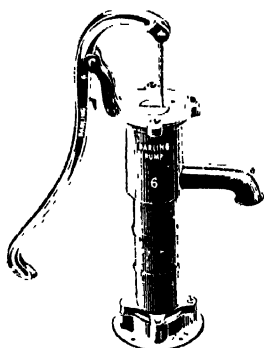
নয়, তবুও সময়ে সময়ে এই সংখ্যা ২৫।২৬′ ফুট পর্য্যন্ত হইতে দেখা যায়।

পাম্পের গতিবেগ এবং স্তরের জলসরবরাহের ক্ষমতার উপর এই সংখ্যা নির্ভর করে।

ভুল জায়গায় নল বসাইলে স্থিত্যাত্মক শোষণের উচ্চতা কখন কখনও ২৬′ ফুট পর্য্যন্ত হইতে দেখা যায়। এরূপ অবস্থায় এত কম জল উঠে যে লোকে দেখিলে আশ্চর্য্যান্বিত হইয়া যায়। এ অবস্থায় পাম্পের চুঙ্গি (barrel) মাটির নীচে বসাইয়া পাম্প করিলে অনেক সময় বেশ জল পাওয়া যায়। অথবা অধিক-নিম্ন-হইতে-জল-উত্তোলনের বিশিষ্ট-পাম্প (deep-well-pump) ব্যবহার করিতে হয়।

অধিক নিম্ন হইতে জল তুলিবার পাম্প

ছোট ছোট নলকূপের জন্য হস্ত-চালিত নানা প্রকারের পাম্প আছে :—যথা স্পাউট, কলোনিয়াল, রোটারী, সেমি রোটারী ইত্যাদি (spout, colonial, rotary, semi rotary etc.)

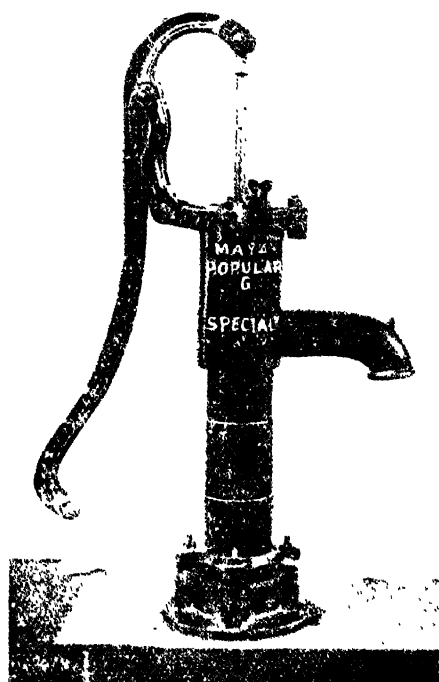
১। **স্পাউট পাম্প** ঃ—(ক) এই পাম্পের মূল্য অতি অল্প। কিন্তু কাজ মন্দ হয় না। এই পাম্পগুলির

স্পাউট পাম্প

গোলমুখো স্পাউট পাম্প

উপরিভাগে এবং মুখে অনেকটা ফাঁক থাকায় দুষ্ট বালকেরা অনেক সময়, ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র লৌহখণ্ড, কাঁচ, মাটির গুড়া প্রভৃতি ভিতরে নিক্ষেপ করিয়া থাকে। এই একটা বড় অসুবিধা।

কলোনিয়াল পাম্প

(খ) কলোনিয়াল পাম্পের মত মুখযুক্ত স্পাউট পাম্পও পাওয়া যায়। এগুলি মন্দ নয়।

২। **কলোনিয়াল পাম্প** (colonial pump) ঃ—আমেরিকার বার্ণস্, গোল্ড, ডেমিং

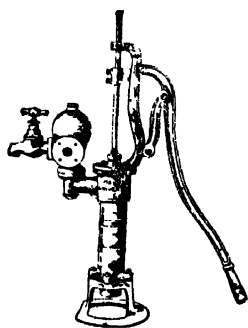
এবং কলিকাতায়ও অনেক কোম্পানী এই পাম্প তৈয়ারী করিয়া থাকে।

উপর-ঢাকা (closed top) কলোনিয়াল পাম্পও পাওয়া যায়। এগুলির সুবিধা এই যে, উপর হইতে অথবা

উপর-ঢাকা কলোনিয়াল পাম্প

মুখ দিয়া কোন জিনিষ সহসা ভিতরে নিক্ষেপ করা যায় না। এই সুবিধার জন্যই আজকাল অনেকে এই পাম্প ব্যবহার

করিয়া থাকেন। এই উপর-ঢাকা পাম্পের আবার অনেক অসুবিধাও আছে। সে সমুদয়ের বিস্তৃত আলোচনা করা এখানে সম্ভব নয়।

৩। **রোটারী ও সেমি রোটারী** পাম্পও অনেক রকমের আছে। এগুলির মূল্য অনেক বেশী। তজ্জন্য লোকে এগুলি বড় একটা ব্যবহার করে না।

৪। **লিফ্‌ট্ এণ্ড ফোরস্ পাম্প** (Lift & force pump):—এই পাম্প দ্বারা নীচু হইতেও যেমন জল তোলা যায়, তেমনি নল সংযোগ করিয়া উপরে জলাধারের (Tank) ভিতরও জল তুলিয়া দেওয়া যায়।

লিফ্‌ট্ এণ্ড ফোর্স পাম্প

৫। এতদ্ব্যতীত বাতাসের চাপে চালিত এবং ইঞ্জিন চালিত অনেক প্রকারের পাম্প আছে। সে সম্বন্ধে জানিতে হইলে "পাম্প" বিষয়ে লিখিত কোন পুস্তক পাঠ করা উচিত।

আজকাল কলিকাতাতেই সর্ব্বপ্রকার পাম্প তৈয়ারী হইতেছে। লক্ষ্মী, ভাগীরথী, বি. জি. এইচ্, ডার্লিং প্রভৃতি নানা রকম পাম্প বাজারে পাওয়া যায়। মায়া ইঞ্জিনিয়ারিং কোম্পানীর "মায়া" পাম্পকে বেশ ভাল বলা যাইতে পারে। ডেমিং পাম্পের চেয়ে মায়া পাম্প

কোন অংশেই খারাপ নয়। অথচ মায়া পাম্পের মূল্য ডেমিংএর প্রায় অর্দ্ধেক, সুতরাং এই সব দেশী পাম্প ব্যবহার করাই যুক্তিসঙ্গত।

চেক ভাল্‌ভ্ (Check valve)

পাম্পের মধ্যে যে চামড়ার বাকেট্ ও ভাল্‌ভ্ থাকে, তাহা ব্যবহারে ক্রমান্বয়ে ক্ষয়প্রাপ্ত হওয়ায় জল আটকাইয়া রাখিতে পারে না। তখন বাহির হইতে পাম্পের ভিতর জল ঢালিয়া না দিলে, পাম্পে জল ধরে না। বাহির হইতে দেওয়া এই জলের সহিত অনেক সময় নানা প্রকার দূষিত পদার্থ এবং বীজাণু্ ভিতরে প্রবেশ করিয়া নলকূপের জলকে একেবারে নষ্ট করিয়া দেয়।

চামড়ার বাকেট ও ভাল্‌ভ্ ক্ষয় হইয়া গেলেও যাহাতে বাহির হইতে জল না দিতে হয়, তজ্জন্যই চেক ভাল্‌ভ্ ব্যবহার করা হইয়া থাকে।

পিতল এবং গান-মেটাল, এই দুই ধাতুরই চেক ভাল্‌ভ্ পাওয়া যায়। তন্মধ্যে গান-মেটালের চেক ভাল্‌ভই ভাল। কেননা, ইহা শীঘ্র ক্ষয়প্রাপ্ত হয় না। চেক ভাল্‌ভ্ সাধারণতঃ পাম্পের নীচে এবং মাটির উপরে বসান হইয়া থাকে। কেন না, মাটির উপর বসান থাকিলে আবশ্যক মত মেরামতের সুবিধা হয়।

সকেট (Socket) ঃ—নলগুলি সাধারণতঃ ১৬′ হইতে ২০′ ফুট লম্বা হয়। সুতরাং নলকূপ বসাইতে অনেকগুলি নল জুড়িতে হয়। এই নল জোড়ার জন্যই সকেটের প্রয়োজন।

রং (Paint) ঃ—নলের পেঁচগুলিতে যাহাতে জল না লাগে, এবং সকেট দ্বারা নল জুড়িবার সময় যাহাতে ভিতরে ফাঁক না থাকে, তজ্জন্যই রং ব্যবহার করা হইয়া থাকে।

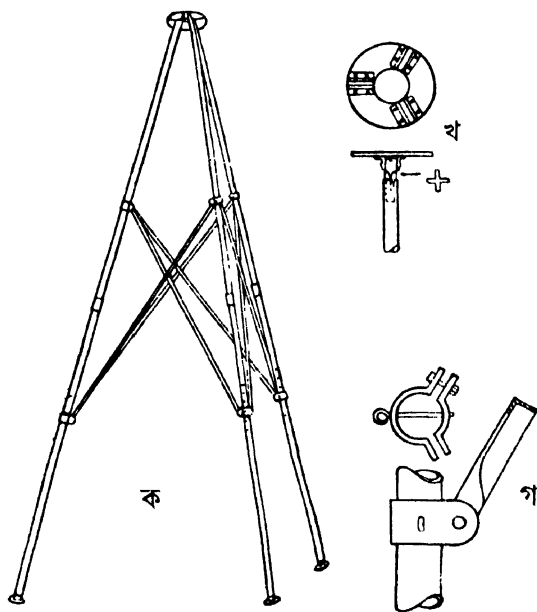
পেঁচগুলিতে জল লাগিলে মরিচা ধরিয়া উহা নষ্ট হইয়া যায়। এবং নল জুড়িবার সময় ফাঁক থাকিলে, উহার মধ্য দিয়া দূষিত জল ভিতরে প্রবেশ করিতে পারে, এবং ঐরূপ ফাঁক থাকার জন্য পাম্পও ঠিকভাবে শোষণ করিয়া জল তুলিতে পারে না। রং মাখাইয়া পাইপ জুড়িলে ঐ সব আর ঘটিতে পারে না।

নলকূপ বসানের সরঞ্জাম

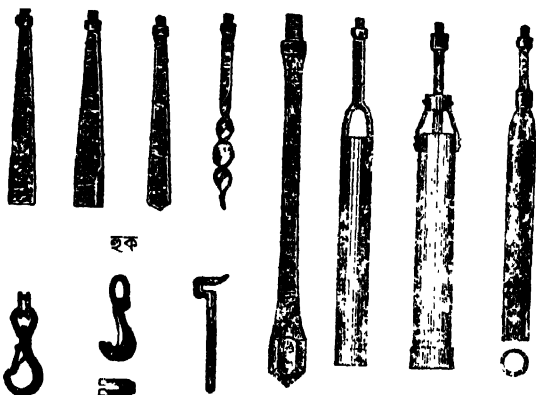
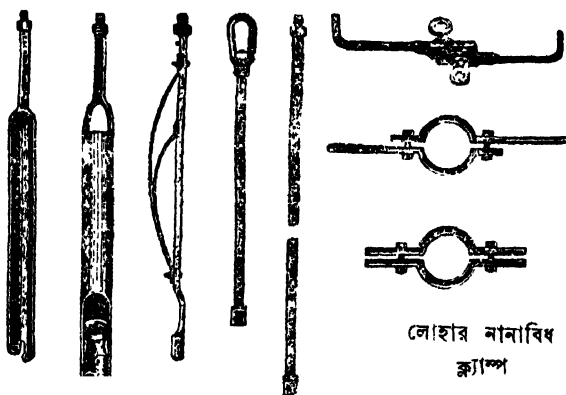
(Tools and Plants)

ডেরিক অথবা ত্রিপদ বা তেপায়া Derrick or Tripoid :—তিনটী পায়া বলিয়া ইহাকে ত্রিপদ বা তেপায়া বলা হয়। লোহা, কাঠ অথবা বাঁশ দ্বারা ত্রিপদ তৈয়ারী করা যাইতে পারে। বড় বড় নলকূপ বসানের সময় লোহার বড় ডেরিক এবং ছোট ছোট নলকূপ বসানের সময় সাধারণতঃ বাঁশের বা কাঠের ত্রিপদ তৈয়ারী করা হয়। ডেরিকের পায়াগুলি ২৫´ ফুট লম্বা হইলেই কাজের সুবিধা হয়।

লোহার ডেরিকের পায়াগুলি ৪″ ইঞ্চি ব্যাস বিশিষ্ট লোহার পাইপের এবং কানাওয়ালা (Flanged) হইলেই ভাল হয়। কানাওয়ালা না হইলে মাটীর মধ্যে বসিয়া যাওয়ার বিশেষ সম্ভাবনা থাকে। লোহার রড দিয়া পায়াগুলির মাঝখানে পরস্পর পরস্পরের সহিত আটকাইয়া দিতে হয়। ডেরিক এমন ভাবে বসাইতে হইবে, যেন প্রয়োজন মত স্থানান্তরে উঠাইয়া লওয়া যায়। একটী পুরু লোহার পাতের সহিত পাইপগুলির মাথা জুড়িতে হয় এবং ঐ পাতখানা অন্ততঃপক্ষে ১″ ইঞ্চি পুরু এবং ১৫″ ইঞ্চি ব্যাস বিশিষ্ট হওয়া উচিত। এবং উহার

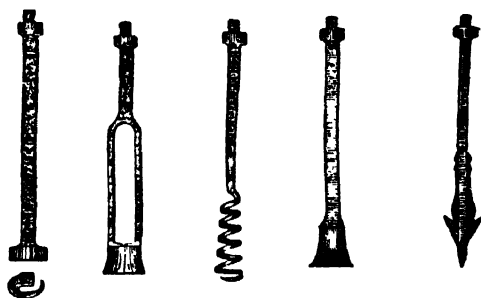
মাঝখানে ৫" ইঞ্চি ব্যাস বিশিষ্ট একটী ছিদ্র থাকা চাই। উপরকার ঐ লোহার পাতের ভিতর দিয়াই কপিকল ঝুলাইতে হয়।

(ক) ডেরিক (খ) উপরের জোড়ার বিশ্লেষণ
(গ) পাশের জোড়ার বিশ্লেষণ

কাঠ অথবা বাঁশের ডেরিক ঃ—ইহাতে ২০'।২৫' ফুট লম্বা শক্ত তিনটী বাঁশ অথবা কাঠ লাগে। ঐ বাঁশ তিনটীকে মজবুত দড়ি বা লোহার তার দিয়া শক্ত করিয়া বাঁধিয়া দাঁড় করাইতে হয়। উপরকার ঐ বাঁধনের স্থান হইতেই কপিকল ঝুলাইতে হয়।

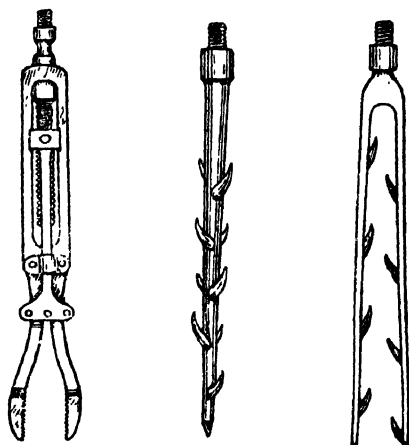
ত্রিপদের মাঝখানে অন্য তিনটী বাঁশদ্বারা এড়োএড়ি ভাবে (Horizontally) টানা বাঁধ দিতে হয়। উহাতে পায়াগুলি সরিয়া যাওয়ার আর কোন আশঙ্কা থাকে না।

টানা বাঁধের বাঁশের উপর কয়েকখানা শক্ত তক্তা ভাল

করিয়া বাঁধিয়া দিবে, যেন উহার উপর দাঁড়াইয়া মিস্ত্রিরা কাজ করিতে পারে। ত্রিপদের পায়াগুলি মাটীর মধ্যে একটু বসাইয়া দিতে হয়, নতুবা পায়াগুলি সরিয়া যাইতে পারে।

নলকূপের ছিদ্রটীকে কেন্দ্র করিয়াই ডেরিক বসাইতে হয়। অবশ্য বড় বড় নলকূপ বসানের সময় ডেরিক বড় এবং সমধিক মজবুত করিয়া তৈয়ারী করিতে হয়। ঐরূপ ডেরিকের বিস্তৃত বিবরণ এখানে দেওয়া হইল না।

এতদ্ব্যতীত বহুপ্রকারের যন্ত্রাদিরও প্রয়োজন হয়। যথাঃ—বালু, মাটী, প্রস্তর প্রভৃতি কাটার জন্য নানাপ্রকারের কাটিং স্ক্রু, স্লাজার অগার, চিজেল, ক্রাউন ইত্যাদি।

কেসিং পাইপ টানিয়া তুলিবার যন্ত্রাদি

পাইপ মাটীর ভিতর হইতে টানিয়া তুলিবার নিমিত্ত নানা রকমের জ্যাক, নানাপ্রকারের কাটিং টুল (cutting

tool), ক্ল্যাম্প (clamp), রেঞ্চ (wrench), চেন টাঙ্গ (chain tongs), স্ক্রু রেঞ্চ (screw wrench), ইত্যাদি

ভিতর হইতে চেন ও দড়ি টানিয়া তুলিবার যন্ত্রাদি

বহু যন্ত্রাদির প্রয়োজন হয়। এসকলের বিবরণ যথাসময়ে যথাস্থানে দেওয়া হইবে।

নলকূপ বসানের প্রণালী
(Methods of Boring)

নলকূপ বসানের পদ্ধতি প্রধানতঃ দুই প্রকারের।

১। **রোটারী** (Rotary) ঃ—এই পদ্ধতিতে নলটীকে চক্রাকারে ঘুরাইয়া বসাইতে হয়। যথা ঃ—জলস্রোত-প্রণালী, হীরক-যুক্ত-ড্রিল দ্বারা বোরিং ইত্যাদি।

২। **পারকাসিভ্** (Percussive) ঃ—এই পদ্ধতিতে, ঘা বা ঠোক্কর মারিয়া নল বসান হয়। যথা ঃ—মুদ্গর দ্বারা পিটাইয়া বসান, রড বোরিং, রোপ বোরিং ইত্যাদি।

বহু প্রণালীতে নলকূপ বসান যাইতে পারে। বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন প্রণালীতে নলকূপ বসাইতে হয়। পলি পড়া প্রদেশে যে প্রণালীতে নলকূপ বসান চলে, পার্ব্বত্য প্রদেশে আবার সে প্রকারে নলকূপ বসান যায় না। পলি পড়া দেশে বাহিরের আবরণী নল ব্যতীত ১৫০'।২০০' ফুট পর্য্যন্ত হয়ত নলকূপ বসান যাইতে পারে, কিন্তু ৩০০'।৪০০' ফুট পর্য্যন্ত বসাইতে আবরণী নলের প্রয়োজন হয়। খরচের বিষয় বিবেচনা করিয়াও অনেক সময় নলকূপ বসানের পদ্ধতি নির্ণয় করিতে হয়।

আবরণী নল ব্যতীত খননের প্রণালী

(Boring without outer-casing)

আবরণী-নল দ্বারা নলকূপ বসান বহু ব্যয় ও সময় সাপেক্ষ বলিয়া, পল্লী অঞ্চলে সাধারণতঃ আবরণী-নল ব্যতীতই ১⅛" ১½", ২" ইঞ্চি পরিধি বিশিষ্ট ছোট ছোট নলকূপ অল্পব্যয়ে ও অল্প সময়ে বসান হইয়া থাকে।

বিভিন্ন প্রণালীতে কত সময়ে এবং কিরূপ ব্যয়ে ঐ সব নলকূপ বসান যাইতে পারে তাহারই বিবরণ প্রথমে দেওয়া হইল।

প্রধানতঃ তিন প্রকারে ছোট ছোট নলকূপগুলি বসান হইয়া থাকে।

১। **মুদ্গর বা মাঙ্কি** (Monkey) দ্বারা পিটাইয়া (Hammering Process)

২। **জল-প্রবাহ দ্বারা** (Water-jet System)

৩। **স্লাজার প্রথায়** (Sludger Process)

১। ঘা মারিয়া বসাইবার আবার দুই রকম পদ্ধতি আছে।

(ক) মুদ্গর দ্বারা ঘা মারিয়া

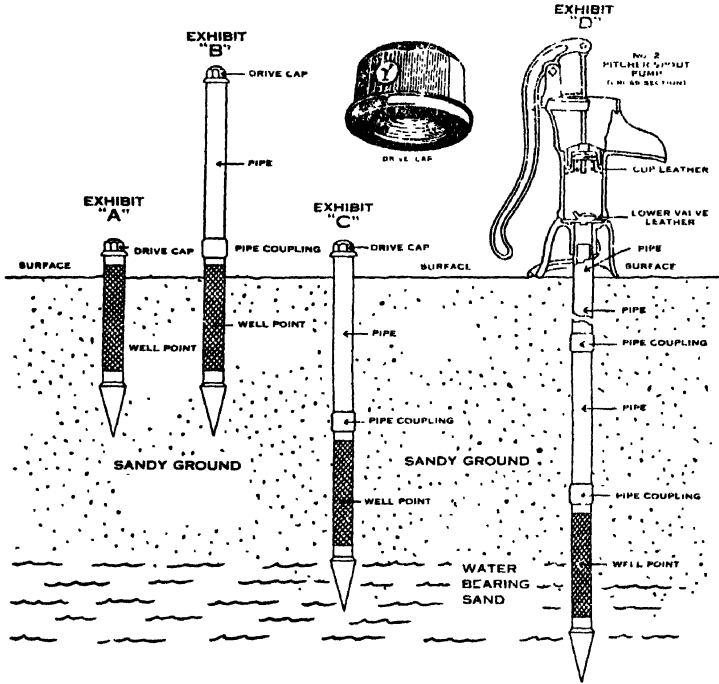
(খ) মাঙ্কি (Monkey) বা লোহার একটী ভার দ্বারা ঘা মারিয়া।

মুদ্গর দ্বারা পিটাইয়া নলকূপ বসান

এই প্রণালীতে ছাঁকনীর উপর চোট লাগে বলিয়া শক্ত ও মজবুত ছাঁকনী ব্যবহার করাই সঙ্গত। ছাঁকনীর উপরে একটী ড্রাইভিং ক্যাপ (driving cap) এবং নিম্ন দিকে একটী লোহার ছুঁচালো মুখ (driving Point) লাগাইতে হয়।

প্রথমে খননের স্থানের কতকটা মাটী কাটিয়া একটী গর্ত্ত করিতে হয়। এবং গর্ত্তের ভিতর পূর্ব্ব দিন জল ঢালিয়া রাখিতে হয়। ইহাতে মাটী অনেকটা নরম হইয়া যায়, তখন নলটী পিটাইয়া বসান খুব সহজ হয়। তৎপর ঐ গর্ত্তটীর মধ্যে ক্যাপ ও পয়েণ্ট লাগান ছাঁকনীটী ঠিক সোজা ভাবে বসাইয়া গর্ত্তটী মাটী দ্বারা ভরিয়া দিতে হয়। এবং উপর হইতে মুদ্গর দ্বারা পিটাইয়া ছাঁকনীটীকে বসাইয়া দিতে হয়। ছাঁকনীটীকে মাটীর মধ্যে বসান হইলে, উপরকার ক্যাপ বা টুপীটী খুলিয়া ফেলিয়া ছাঁকনীর সহিত সকেট দ্বারা একটী নল জুড়িয়া দিতে হয়। এবং ঐ নলের উপরিভাগে টুপিটী আঁটিয়া দিয়া নলটীকে পিটাইয়া মাটীর মধ্যে বসাইয়া দিতে হইবে।

এইরূপ ভাবে একটীর সহিত আর একটী পাইপ জুড়িয়া ও পিটাইয়া বসাইয়া দিয়া, ক্রমান্বয়ে নীচে যাইতে হইবে, যতক্ষণ পর্য্যন্ত জলবাহী স্তর না পাওয়া যায়।

নলের মধ্যের জল পরীক্ষার জন্য মাঝে মাঝে ক্যাপটী খুলিয়া, একটী শক্ত সুতা বা লোহার তারের সহিত একটী ভার বাঁধিয়া নলের মধ্যে নামাইয়া দিতে হয়।

A. ঢাকনী বসান হইয়াছে। B. ঢাকনীর সহিত নল জোড়া হইয়াছে।
C. ঢাকনী ও নল বসান হইয়াছে। D. নলকূপ বসান সমাপ্ত হইয়াছে।
Y. ক্যাপ বা টুপী।

জলবাহী স্তর পাওয়া গেলে উপরকার ক্যাপটী খুলিয়া ফেলিয়া, ঐ স্থানে একটী পাম্প লাগাইয়া দিয়া পাম্প করিলেই জল উঠিবে।

'মাঙ্কি' দ্বারা পিটাইয়া নলকূপ বসান

এই প্রথায়, পূর্ব্বোক্ত প্রকারে খনিত গর্ত্তটীকে কেন্দ্র করিয়া, কাঠের অথবা বাঁশের একটি ত্রিপদ বসাইতে হইবে। এবং ত্রিপদের উপরে কপিকল ঝুলাইয়া উহার মধ্য দিয়া এক গাছা শক্ত দড়ি পরাইতে হইবে। দড়ির এক দিকে মাঙ্কি বাঁধা থাকিবে, অন্য দিকটা কুলীদের হাতে থাকিবে। এখন দড়ি ধরিয়া টান দিলেই মাঙ্কিটী উপরে উঠিবে এবং দড়ি ছাড়িয়া দিলেই মাঙ্কিটী পাইপের উপরকার ক্যাপটীর উপরে পড়িয়া, পাইপটীকে মাটীর মধ্যে প্রোথিত করিবে। মাঙ্কিটী যাহাতে টানের মুখে এদিকে ওদিকে হেলিয়া দুলিয়া না যায় এবং ঠিক সোজাভাবে ক্যাপটীর উপরে পড়ে, তজ্জন্য ক্যাপ-টীতে একটী ½" ইঞ্চি ছিদ্র করিয়া, উহার ভিতর দিয়া, এবং মাঙ্কিটীর মধ্য দিয়া একটী লোহার রড (Rod) উপরে ডেরিকের সহিত বাঁধিয়া রাখিতে হইবে।

জলবাহী স্তর না পাওয়া পর্য্যন্ত মাঙ্কি-দ্বারা পিটাইয়া একটীর পর আর একটী নল বসাইতে হইবে। এবং পূর্ব্বোক্ত প্রকারে ক্যাপটী খুলিয়া মাঝে মাঝে নলের মধ্যের জল পরীক্ষা করিতে হইবে।

জলবাহী স্তর পাওয়া গেলে, উপরকার ক্যাপটী খুলিয়া, সেখানে একটী পাম্প লাগাইয়া পাম্প করিলে জল উঠিবে।

পিটাইয়া নলকূপ বসানের অসুবিধা

১। পিটাইয়া বসানের সময় ছাঁকনী অথবা পাইপ ফাটিয়া গেলে, উহা উঠাইয়া ফেলা ব্যতীত আর কোন উপায় থাকে না।

২। এই প্রথায়, কোথায়, কিরূপ স্তরে যে ছাঁকনী বসিল, তাহা বুঝিবার বিশেষ কোন উপায় নাই।

৩। পিটাইয়া নলকূপ বসানের সময়, ছাঁকনীর গায়ে কাদা লাগিতে থাকে এবং ঐ কাদা ক্রমান্বয়ে জমিয়া ও শক্ত হইয়া, ছাঁকনীর ছিদ্রগুলি বন্ধ করিয়া ফেলে। তখন আর ভিতরে জল আসিতে পারে না, অথবা আসিলেও খুব কম জল আসে।

৪। পলিপড়া প্রদেশ ব্যতীত, অন্য কোন স্থানে এই প্রথায় নলকূপ বসান চলে না।

৫। এই প্রথায় কোন অপ্রবেশ্য স্তর ভেদ করা চলে না। এমন কি নীচে খুব শক্ত মাটির স্তর থাকিলে অনেক সময় তাহাও ভেদ করা যায় না।

৬। এই ভাবে পিটাইয়া কতদূর বসান যাইবে, তাহার কোন স্থিরতা থাকে না।

পূর্ব্বে মেলা বা সভা সমিতির সময় এবং জমিতে জল-সেচন প্রভৃতি অস্থায়ী কার্য্যের জন্য এই প্রথায় নলকূপ বসান

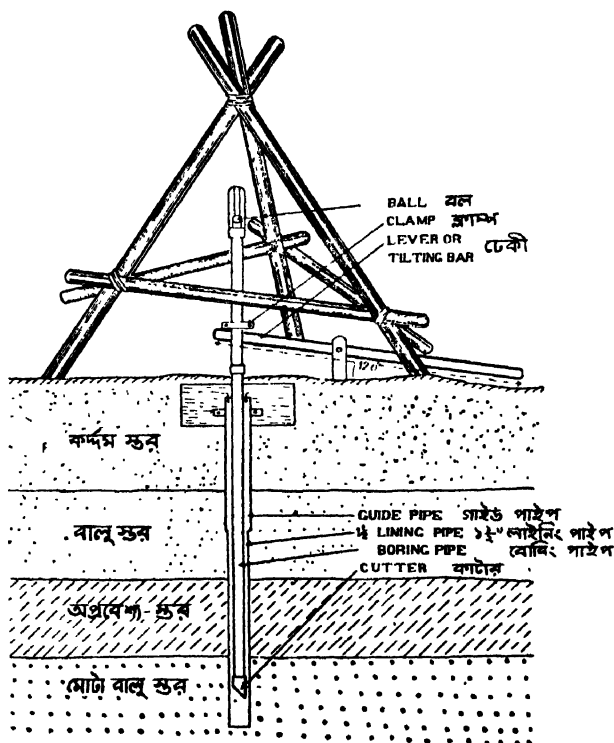
হইত। কিন্তু স্লাজার ও জলস্রোত প্রথার উদ্ভাবনের পর আর কেহ পিটাইয়া নলকূপ বসায় না। কারণ শেষোক্ত দুই প্রথায় অতি অল্প সময়ে ও অল্পব্যয়ে সুন্দর ভাবে ইচ্ছা-মত স্তরে নলকূপ বসান চলে।

স্লাজার প্রণালী

(Sludger method)

এই প্রথায় প্রথমে একটী গর্ত্ত করিয়া, উহার মধ্যে একটী গাইড্-ড্রাম বা পিপা বসাইতে হয়। ঐ পিপা বা কাঠের বাক্সের তলায় ৩"।৪" ইঞ্চি পরিধি বিশিষ্ট একটী ছিদ্র করা থাকে, কিন্তু উপরটা একেবারে খোলা থাকে।

গাইড্-ড্রামের ছিদ্রটীকে কেন্দ্র করিয়া একটী ডেরিক প্রস্তুত করিতে হয়। বোরিং পাইপের নীচে একটী কাটিং স্যু পরাইয়া উহা ঐ গাইড্ ড্রামের মধ্য দিয়া নামাইয়া দিতে হয়। বোরিং পাইপের মাথায় একটী বল ভাল্ভ্ (ball valve) লাগাইয়া দিতে হয়। কোন কোন মিস্ত্রি হাতের তালু দ্বারাই বল-ভাল্ভের কাজ সারিয়া লয়। অনেক সময় টেনিস-বল দ্বারাও ভাল্ভের কাজ চালান হইয়া

থাকে। বোরিং পাইপের ভিতরটা এবং গাইড্ ড্রামটী সর্ব্বদা জলপূর্ণ রাখিতে হয়। এখন বোরিং পাইপের গায়ে একটী ঢেঁকী যন্ত্র (Tilting bar) জুড়িয়া দিতে হইবে।

স্লাজার প্রণালী Sludger system

ঢেঁকীটী ১২′ ফুট লম্বা দুইটী কি তিনটী শক্ত বাঁশ একত্রে জুড়িয়া তৈয়ারী করিতে হয়। কেহ কেহ কাঠের ঢেঁকীও

ব্যবহার করে। উহার মাথার দিকে একটু ফাঁক রাখিতে হয়, যেন বোরিং পাইপটী মাথার মধ্যে ঢুকিতে পারে।

নল হইতে ৩'।৪' ফুট দূরে ঢেঁকীর দুই পাশে ৬'।৭' ফুট লম্বা দুইটী বাঁশ পুঁতিয়া, উহার সহিত মাটী হইতে ৩'।৪' ফুট উপরে দুই খণ্ড শক্ত বাঁশ আড়াআড়ি ভাবে (crosswise) বাঁধিয়া, উহার উপর ঢেঁকীটী বসাইতে হইবে। এবং ঢেঁকীর মাথার ফাঁকের মধ্যে বোরিং পাইপটি পূরিয়া বোরিং পাইপটিকে শক্ত করিয়া ঢেঁকীর মাথার সহিত বাঁধিয়া দিবে। এখন ঢেঁকীর গোড়ায় চাপ দিয়া উহা নীচু মুখী নামাইলে বোরিং পাইপটী ঢেঁকীর মাথার সহিত উপরে উঠিবে, এবং ঢেঁকীর গোড়াটা ছাড়িয়া দিলেই পাইপের ভারে বোরিং পাইপটী ঢেঁকীর মাথার সহিত নীচু মুখী নামিয়া পড়িবে। এবং ঢেঁকীটী উঠা নামার সঙ্গে সঙ্গে বোরিং পাইপটী নীচের নরম মাটী বালু প্রভৃতি টানিয়া তুলিয়া, বোরিং পাইপের উপরকার মুখ দিয়া বাহিরে ফেলিতে থাকিবে। এই প্রকারে মাটি তুলিয়া কিছু দূর গর্ত্ত করা হইলে, উহার, মধ্যে ৩" ইঞ্চি অথবা উপযুক্ত ব্যাস বিশিষ্ট একটী গাইড্ পাইপ বসাইতে হইবে। বোরিং পাইপটী যাহাতে বাঁকিয়া না যায়, তজ্জন্যই এই গাইড্ পাইপ বসান হয়। কিন্তু অনেকে আবার গাইড্ পাইপ না বসাইয়াও বেশ কাজ চালাইতে পারে। ঢেঁকীর সাহায্যে বোরিং পাইপ উঠাইয়া নামাইয়া, খনন করিয়া এবং একটীর সহিত আর একটী পাইপ জুড়িয়া, ক্রমান্বয়ে নীচু মুখী

যাইতে হইবে। বোরিং পাইপের উপর দিয়া যে মাটী বালু প্রভৃতি আসিতে থাকে, তাহা ধরিয়া নীচের স্তরের ও জলের অবস্থা পরীক্ষা করিতে হয়; এবং কাগজে সমুদয় লিখিয়া রাখিতে হয়। জলবাহী ভাল মোটা বালুর স্তরে পৌঁছিলে বোরিং পাইপটী তুলিয়া ফেলিয়া উহার নীচে ছাঁকনী জুড়িয়া, অনতিবিলম্বে নীচে নামাইয়া দিতে হইবে। কারণ বোরিং পাইপ তুলিয়া আসল পাইপের নীচে ছাঁকনী জুড়িয়া নীচে নামাইতে অধিক বিলম্ব হইলে গর্ত্তটী (bore-hole) বন্ধ হইয়া যাওয়ার বিশেষ আশঙ্কা থাকে। ছাঁকনী সহ আসল পাইপটী যথা স্থানে নামাইয়া, প্রয়োজন হইলে পাইপের চারি পাশে মোটা বালু ঢালিয়া দিয়া আবরণ (Shrouding) দিতে হয়। নতুবা ভাল আঠাল মাটী দ্বারা পাইপের চারি পাশ ভরিয়া দিতে হয়। এইরূপ ভাবে পাইপ বসান শেষ হইলে, মাটী হইতে ২'।২½' ফুট উপরে পাইপের সহিত একটী পাম্প লাগাইয়া, পাম্প করিলেই জল উঠিতে থাকিবে।

এই প্রথায়, পৃথক বোরিং পাইপের কোন দরকার হয় না। নলকূপের নল দ্বারাই বোর করা চলে। এই প্রণালীতে খনন করার কালে, অনেক সময় পাশের লোঁদ মাটী বা বালু ভাঙ্গিয়া পড়িয়া বিভ্রাট ঘটায়। এমত অবস্থায় উপর হইতে আঠাল মাটী অথবা সিমেণ্ট গুলিয়া গর্ত্তের মধ্যে ঢালিয়া দিলে পাড় অনেকটা ঠিক রাখে।

গোময় গুলিয়া ঢালিয়া দিলেও অনেক সময় বেশ কাজ পাওয়া যায় বটে, কিন্তু গোময় দেওয়ার অনেক দোষ আছে। গোময়ের মধ্যে অনেক রকম জীবাণু থাকে। সেগুলি জলের সঙ্গে মিশিয়া গেলে, নলকূপের জলকে জীবাণুপূর্ণ করিয়া ফেলে। এবং ঐ সব জীবাণু নীচের অনুকূল আব-হাওয়ায় তড়িৎ গতিতে বর্দ্ধিত হইতে থাকে। তখন ঐ সব জীবাণু ধ্বংস করা এক জটীল সমস্যা হইয়া দাঁড়ায়। তজ্জন্য গোময় না দেওয়াই সঙ্গত।

এই প্রণালীতে খনন করার সময় খুব তাড়াতাড়ি কাজ শেষ করা উচিত। নচেৎ বহু প্রকার অসুবিধায় পড়িতে হয়। এই প্রথায় দৈনিক ১০০′ হইতে ২০০′।২৫০′ পর্য্যন্ত খনন করা যায়। সাধারণতঃ ১৫০′ ফুট পর্য্যন্ত অনায়াসেই বোর করা যায়, তার নীচে যাওয়া সময়সাপেক্ষ ও কষ্টসাধ্য।

যেখানে পাড় ভাঙ্গার সম্ভাবনা থাকে না, সেখানে ভালভাবেই আবরণ (Shrouding) দেওয়া চলে। কিন্তু যেখানে পাড় ভাঙ্গার সম্ভাবনা থাকে, সেখানে আবরণ দেওয়া কষ্টকর। বালু ঢালিয়া দিলেও তাহা যথাস্থানে পৌঁছায় কিনা, তাহার কোন নিশ্চয়তা থাকে না।

পলি পড়া প্রদেশ ব্যতীত পার্ব্বত্য অঞ্চলে এই প্রথায় নলকূপ বসান সম্ভবপর নয়। পলি-পড়া-দেশে এই প্রণালীতে নলকূপ বসান খুব সহজ ও অল্প ব্যয়সাপেক্ষ। এই কারণে বঙ্গদেশের প্রায় সর্ব্বত্রই আজকাল এই পদ্ধতিতে নলকূপ

বসান হইয়া থাকে। এই প্রণালীতে ১॥" ইঞ্চি একটী নলকূপ ১৫০' ফুট বসাইতে যে খরচ পড়িতে পারে, তাহার একটী আনুমানিক হিসাব দেওয়া হইল।

১। ১½" (G. I. & S. L.) জি, আই. এস, এল পাইপ প্রতিফুট ।৶০ হিসাবে ১৫০' ফুট	৫৬।০
২। ভাল দেশী ১½" ইঞ্চি ছাঁকনী ১২' ফুট	১৮৲
৩। সকেট ৩টা ।৵০ আনা হিঃ	১।৵০
৪। রং (Red Oxide Point)	।০
৫। ৬নং কলোনিয়াল পাম্প (দেশী)	১০৲
৬। চেক ভাল্‌ভ্ গান মিটালের (দেশী)	৩৲
৭। জিনিষ আনার খরচ	৫৲
	৯৩৸৵০

বসানের খরচ :—

১। মিস্ত্রি ১ জন, ২ দিনের বেতন, দৈনিক ২৲ হিঃ	৪৲
২। মজুর মোট ৮ জন ॥০ হিঃ	৪৲
৩। জিনিষ নেওয়ার খরচ	৩৲
৪। অন্যান্য খরচ	৩৲
৫। কাজ দেখার, বালু, স্তর ও জল পরীক্ষার জন্য একজন অভিজ্ঞ ব্যক্তির (expert) মাহিয়ানা মোট	৫৲
	১৯৲
	১১২৸৵০

জলস্রোত প্রণালী (আবরণী নল ব্যতীত)

Water-jet System (Without Outer Casing)

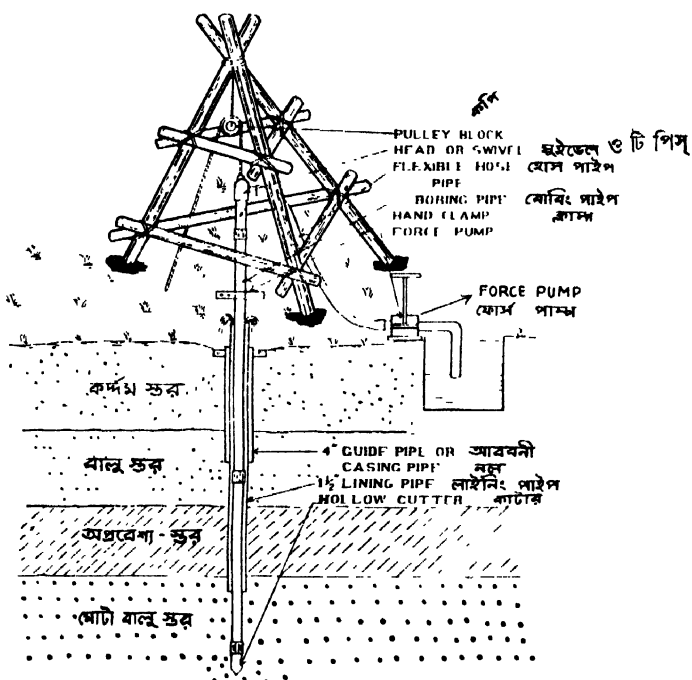
জলস্রোত দ্বারা আবার দুই রকমে নলকূপ বসান চলে।

(ক) খোলা মুখের প্রণালী :—

এই প্রথায়, ছাঁকনী জুড়িয়া ও ছাঁকনীর নীচের মুখটা খোলা রাখিয়া খনন করিতে হয়। খনন শেষ হইলে ছাঁকনীর নীচের খোলা মুখটা উপর হইতে বন্ধ করিয়া দিতে হয়।

(খ) অন্য প্রণালীতে ছাঁকনী না লাগাইয়া, বোর করিতে হয়। খনন শেষ হইলে সমস্তটা উঠাইয়া ফেলিয়া আসল পাইপের নীচে ছাঁকনী আঁটিয়া নীচে নামাইয়া দিতে হয়।

(ক) খোলা মুখের নল বসাইবার প্রণালী :—এই প্রথায় আসল পাইপের নীচে ছাঁকনী জুড়িয়া, ছাঁকনীর নীচে পয়েণ্ট না লাগাইয়া একটি ফাঁপা (Hollow) কাটিং সু পরাইতে হয়। কাটিং সুটী নলের চেয়ে সামান্য একটু বড় মাপের ব্যবহার করিতে হয়। কেন না, গর্ত্তটী একটু বড় হইলে, নলের অথবা ছাঁকনীর গায়ে কোনরূপ চোট লাগিতে পারে না। স্লাজার প্রণালীর ন্যায়, এই প্রথায়ও প্রথমে একটী গর্ত্ত করিয়া তাহার ভিতর প্রথমে গাইড্

ড্রাম ও পরে গাইড্ পাইপ বসাইতে হয়। এবং গাইড্ ড্রামের ভিতর দিয়া ছাঁকনী আঁটা নলটি নীচে নামাইয়া দিতে হয়।

জলস্রোত প্রণালী

গর্ত্তটীকে কেন্দ্র করিয়া একটী ডেরিক বসাইতে হয়। উপরে ডেরিকের সহিত একটী কপিকল (Pulley) ঝুলাইয়া, উহার মধ্যে একগাছা শক্ত দড়ি পরাইতে হয়।

ঐ দড়ির এক দিকে একটী সুইভেল্ হেড্ বাঁধিবে এবং অন্য দিকটা মজুরদের হাতে থাকিবে। সুইভেল্ হুকের সহিত একটী টি. পিস্ (T. Piece) লাগাইবে। টি. পিসের সহিত পার্শ্বদিকে একটী হোস পাইপ (Hose Pipe) লাগাইয়া, উহার অন্য দিকটা একটী ফোর্স পাম্পের (Force Pump) সহিত জুড়িয়া দিবে। এবং টি. পিসের নিম্নদিকে বোরিং পাইপটী জুড়িয়া উহা নলকূপের নলের ভিতর নামাইয়া দিবে। এখন ফোর্স পাম্পের দ্বারা বোরিং পাইপের মধ্যে জলপ্রবাহ দিতে হইবে। ঐ জলস্রোতে নীচের মাটী বালু প্রভৃতি নরম করিয়া ও ধুইয়া নলকূপের পাইপের ভিতর দিয়া উপরে উঠাইয়া আনিবে। এইরূপ ভাবে কিছুক্ষণ মাটী বালু প্রভৃতি উপরে উঠিয়া গেলে, নলকূপের নলটী ধীরে ধীরে ঘুরাইয়া ও চাপ দিয়া বসাইয়া দিতে হইবে। নলকূপের পাইপটীই কেসিং বা লাইনিং পাইপের কাজ করে। নলকূপের পাইপের মাপ অনুযায়ী বোরিং পাইপ ব্যবহার করিতে হয়। বোরিং পাইপের নীচে নোজাল (Nozzle) অথবা প্রয়োজন মত চিজেল (Chisel) প্রভৃতি লাগাইয়া বোর করিতে হয়। ঐরূপ ভাবে পাইপ বসাইয়া এবং একটীর সহিত আর একটী নল জুড়িয়া ক্রমান্বয়ে নীচমুখী যাইতে হইবে। এবং জলবাহী মোটা বালুর স্তর পাওয়া গেলে, খনন বন্ধ করিয়া, বোরিং পাইপটী তুলিয়া ফেলিবে। এবং ½" ইঞ্চি পরিমিত ছোট ছোট কাচা সিমেণ্টের বল

ভিতরে ফেলিয়া দিয়া, নীচের খোলা মুখটী বন্ধ করিয়া দিতে হইবে। সিমেণ্টের বলগুলি জমিয়া ছাঁকনীর নীচের মুখটা ভাল করিয়া বন্ধ হইলে, উপরে পাম্প লাগাইয়া জল তুলিতে হয়।

যেখানে পাড় ভাঙ্গিয়া অথবা ধ্বসিয়া যাওয়ার জন্য স্লাজার প্রথায় নলকূপ বসান সম্ভব হয় না, সেই সব স্থানেই কেবল এই প্রণালীতে নলকূপ বসানের চেষ্টা করা হইয়া থাকে। কিন্তু এই প্রথায় নলকূপ বসানের অনেক রকম অসুবিধা আছে। যথা ঃ—

১। অনেক সময় সিমেণ্টের বলে ছাঁকনীর নীচের মুখ ঠিক ভাবে বন্ধ হয় না। সুতরাং পাম্প করিলেই বালু আসিতে থাকে।

২। অনেক সময় আবার সিমেণ্টের বল দিয়া মুখ বন্ধ করার পূর্ব্বেই নীচের বালু অনেকটা উপরমুখী ঠেলিয়া উঠে। সিমেণ্টের বলগুলি তখন তলা হইতে অনেক উপরে পড়িয়া ছাঁকনীর নিম্নের অংশটা একেবারে অকর্ম্মণ্য করিয়া দেয়।

৩। পাইপ বসাইবার কালে ছাঁকনীর গায়ে অনেক সময় আঠাল মাটি লাগিয়া থাকে। উহা ক্রমশঃ শক্ত হইয়া ছাঁকনীর ছিদ্রগুলি বন্ধ করিয়া, ভিতরে জলপ্রবেশের পথ রোধ করিয়া ফেলে।

৪। এমনও অনেক সময় ঘটে যে, ছাঁকনীর গায়ে যে কাদা লাগিয়া থাকে, উহা নিম্ন-স্তরের বালুর সহিত মিশিয়া, ক্রমশঃ সিমেণ্টের মত শক্ত হইয়া, এবং ভিতরে জলপ্রবেশের পথ বন্ধ করিয়া ছাঁকনীটীকে একেবারে অকর্ম্মণ্য করিয়া ফেলে।

৫। নল বসানের কালেও, সময় সময় ছাঁকনীর জাল ছিঁড়িয়া যায় তখন নলটি উঠাইয়া ফেলা ব্যতীত গত্যন্তর থাকে না।

এই সব কারণে "খোলা মুখের" প্রণালীতে নলকূপ বসানের চেষ্টা না করাই সঙ্গত।

(খ) অন্য প্রকার জলস্রোত প্রণালী ঃ—

এই প্রথায়, প্রথমে পাইপের নীচে ছাঁকনী লাগান হয় না। শুধু কাটিং স্থ পরাইয়া খনন করা হয়। পূর্ব্বোক্ত খোলা মুখের প্রণালীর ন্যায় গাইড্ ড্রাম বসাইতে হয়। উহার উপরে ডেরিক তৈয়ারী করিতে হয়। তৎপর কেসিং বা লাইনিং পাইপের নীচে কাটার আঁটিয়া, উহা গাইড্ ড্রামের ভিতর দিয়া নামাইয়া দিতে হয়। এবং উপরকার কপিকলের সহিত একটি সুইভেল্ হেড্ দড়ি দ্বারা বাঁধিয়া ঝুলাইয়া দিতে হয়। এবং ঐ সুইভেল্ হুকের সহিত একটী টি. পিস (T. piece) জুড়িয়া তাহার নিম্ন দিকে বোরিং পাইপ এবং পাশ দিকে একটী হোস পাইপ লাগাইয়া, ঐ হোস পাইপটী একটি ফোর্স (force pump) পাম্পের

সহিত জুড়িয়া দিতে হইবে। এবং বোরিং পাইপটী লাইনিং বা কেসিং পাইপের মধ্যে নামাইয়া দিতে হইবে। বোরিং পাইপের নিম্নে নোজাল (Nozzle) অথবা প্রয়োজন মত চিজেল (chisel) পরাইতে হয়। এখন ফোর্স পাম্প দ্বারা ভিতরে জলপ্রবাহ দিলেই, নীচের মাটী বালু প্রভৃতি নরম হইয়া ও ধুইয়া লাইনিং পাইপের মধ্য দিয়া উপরে উঠিয়া আসিবে। বলা বাহুল্য যে নলকূপের নলটী দ্বারাই লাইনিং পাইপের কাজ চালান যাইতে পারে। কিছুক্ষণ বালু মাটি প্রভৃতি ধুইয়া উঠিয়া গেলে লাইনিং পাইপটী ঘুরাইযা ও চাপ দিয়া নীচে বসাইয়া দিতে হইবে।

এইরূপ ভাবে খনন করিয়া ক্রমান্বয়ে নীচমুখী যাইতে হইবে এবং ছাঁকনী বসানের উপযুক্ত স্তর পাওয়া গেলে, খনন বন্ধ করিয়া, বোরিং পাইপ ও লাইনিং পাইপ তুলিয়া ফেলিতে হইবে।

তারপর আসল পাইপটীর নীচে ছাঁকনী আঁটিয়া এবং ছাঁকানীর নীচটা একটী পয়েণ্ট দ্বারা বন্ধ করিয়া দিয়া, অনতিবিলম্বে উহা গর্ত্তের মধ্যে নামাইয়া দিতে হইবে। কারণ বিলম্ব হইলে গর্ত্তটী (bore-hole) বন্ধ হইয়া যাইতে পারে। তখন পুনরায় গর্ত্ত করা ব্যতীত গত্যন্তর থাকে না।

নলটী যথাস্থানে বসান হইলে, উপরে পাম্প লাগাইয়া, পাম্প করিলেই জল পাওয়া যাইবে।

এই প্রণালীতে নলকূপ বসানেরও অনেক রকম অসুবিধা আছে। যথা ঃ—

১। যে সব স্থানে দল দলে (clay loam) পচা মাটী, চোরা বালু (Quicksand) প্রভৃতি থাকে, সেখানে নলটী উঠাইয়া, ছাঁকনী আঁটিয়া, পুনরায় নামাইতে নামাইতে গর্ত্তটী বন্ধ হইয়া যাওয়ার আশঙ্কা থাকে।

যে স্থানের মাটী খুব শক্ত, পাড় ভাঙ্গিয়া যাওয়ার কোন সম্ভাবনা নাই, এবং যেখানে ঐরূপ শক্ত মাটীর স্তরের পরেই, জলবাহী মোটা বালুর স্তর পাওয়া যায়, সেই সব স্থানেই এই প্রথায় নলকূপ বসান চলে।

সুতরাং সব জায়গায় এই প্রণালীতে নলকূপ বসানের চেষ্টা করা আদৌ সঙ্গত নহে।

জলস্রোত প্রথায় নলকূপ বসানের চেয়ে স্লাজার প্রণালীতে নলকূপ বসানের চেষ্টা করাই বিধেয়।

তাহাতে সময়ও কম লাগে এবং খরচও কম পড়ে। কারণ স্লাজার প্রণালীতে নলকূপ বসাইতে ফোর্স পাম্প, হোস্ পাইপ, বোরিং পাইপ প্রভৃতি কিছুরই দরকার হয় না।

স্লাজার প্রণালীতে গর্ত্তটী (bore-hole) বড় হয় বলিয়া বালুর আবরণ (Shrouding)ও দেওয়া চলে।

এই সব কারণে স্লাজার পদ্ধতিতেই আজকাল অধিকাংশ স্থলে ছোট ছোট নলকূপ বসান হইয়া থাকে।

আবরণ

(Shrouding)

"আবরণ" সম্বন্ধে পূর্ব্বেও বলা হইয়াছে, এবং পরেও অনেক উল্লিখিত হইবে। সুতরাং "আবরণ" জিনিষটী কি এবং কেন আবরণ দেওয়া হয়, তাহা বিশেষ ভাবে জানা উচিত।

খনন করিয়া যখন কোন জলবাহী মোটা বালুর স্তর পাওয়া যায় না, এবং স্তরের বালু ৮০।১০০ মেস জালেও আটকায় না, এবং অন্য কোন স্থানেও নল উঠাইয়া বসানের কোন সুবিধা বা সুযোগ থাকে না, তখন অনন্যোপায় হইয়া "আবরণ" দ্বারা ঐ স্তরের সরু বালু আটকানের চেষ্টা করিতে হয়।

আবার নিম্নে অনেক স্তরে একরকম আঠালো (Sticky) বালু দেখা যায়, যাহা ছাঁকনীর গায়ে লাগিয়া একেবারে সিমেণ্টের মত শক্ত হইয়া যায়। উহাতে ছাঁকনীর ছিদ্রগুলি বন্ধ হইয়া যাওয়ায় ভিতরে জল প্রবেশ করিতে পারে না। এইরূপ অবস্থায় স্তরের বালু যাহাতে ছাঁকনীর গায়ে না লাগিতে পারে, তজ্জন্যও আবরণ দিতে হয়।

ছাঁকনী এবং বাহিরের আবরণী নলের (outer casing) মধ্যে যে ফাঁক থাকে সেই শূন্য স্থানটাকে পরিষ্কার মোটা বালু, অথবা পাথরের কুচি (Stone chips) দ্বারা পূর্ণ করিয়া দেওয়াকেই "আবরণ" দেওয়া বলে।

এবং যে স্থলে আবরণী নল দ্বারা খনন করা হয় না, (যেমন স্লাজার প্রণালীতে) সে স্থলে নলকূপের ছাঁকনীর পার্শ্বে যে ফাঁক থাকে তাহাই পরিষ্কার মোটা বালু অথবা পাথরের কুচি দ্বারা ভর্ত্তি করিয়া "আবরণ" দিতে হয়।

ছাঁকনী ও পার্শ্বের স্তর, ইহার মধ্যে যে ফাঁক থাকে, তাহা পরিষ্কার মোটা বালু অথবা পাথরের কুচি দ্বারা ভর্ত্তি করিয়া দেওয়ায়, স্তরের বালু আর ছাঁকনীর গায়ে আসিয়া লাগিতে পারে না। উপর-হইতে-ঢালাবালু, ছাঁকনী ও পার্শ্বের স্তরের মধ্যে একটা আবরণের মত থাকে। তজ্জন্যই ইহাকে "আবরণ" দেওয়া বলা হয়।

আবরণ দেওয়ার প্রণালী

ফিকে হলুদ (light yellow) অথবা বাদামী রংএর মোটা বালু চালুনী দ্বারা চালিয়া পরিষ্কার করিয়া লইতে হয়। বালু বা পাথরের কুচির আকার এমন হওয়া চাই, যেন উহা ১০ মেস জালের ভিতর দিয়া বাহির হইয়া যায় এবং ৪০ মেস জালে আটকায়।

বাহিরের আবরণী নল এবং ছাঁকনীর মধ্যে যে ফাঁক থাকে, তাহার ২′ ফুট পরিমিত স্থান পূর্ণ হইতে পারে, এমন পরিমাণ বালু একবারে মাপিয়া লইতে হয়।

বোর করার পর ছাঁকনী যথাস্থানে বসান হইলে আবরণী নল ও ছাঁকনীর মধ্যে যে ফাঁক থাকে সেই ফাঁকের মধ্যে ঐ পরিষ্কৃত বালু বা পাথরের কুচি ধীরে ধীরে চারি দিক দিয়া ঢালিয়া দিতে হইবে। ঐ ফাঁকের ২′ ফুট পূর্ণ হয় এমন পরিমাণ বালু প্রথম বারে ঢালিতে হইবে। এক সঙ্গে অধিক বালু ঢালিয়া দিলে ছাঁকনী ও আবরণী নল একত্রে আটকাইয়া যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে (may be jammed together)। ঐরূপ ভাবে ২′ ফুট পরিমিত স্থান বালু দ্বারা পূর্ণ করিয়া আবরণী নলটী জ্যাক লাগাইয়া ১′ ফুট তুলিয়া ফেলিতে হইবে। তৎপর ১′ ফুট পরিমিত স্থান পূর্ণ হয়, এইরূপ বালু ধীরে ধীরে ঢালিয়া দিয়া, আবরণী নলটী ১′ ফুট টানিয়া তুলিতে হইবে। এইরূপে ক্রমান্বয়ে ১′ ফুট পরিমিত ফাঁক ভর্ত্তি হয়, এমন পরিমাণ বালু ঢালিয়া দিয়া, আবরণী নলটী ১′ ফুট টানিয়া তুলিতে হইবে। এবং ছাকনীর ৫′।৭′ ফুট উপর পর্য্যন্ত বালু দ্বারা পূর্ণ করিয়া, বালু ঢালা বন্ধ করিয়া আবরণী নলটী টানিয়া তুলিয়া ফেলিতে হইবে।

যে স্থলে আবরণী-নল দ্বারা খনন করা হয় না সে সব স্থলে ছাঁকনী ও পার্শ্বের স্তরের মধ্যের ফাঁকটী ক্ষিপ্রগতিতে পরিষ্কৃত মোটা বালু দ্বারা পূর্ণ করিয়া দিতে হয়। বিলম্ব হইলে গর্ত্তটী (bore hole) বন্ধ হইয়া যাওয়ার বিশেষ সম্ভাবনা থাকে। গর্ত্ত বন্ধ হইয়া গেলে, বালু আর যথা স্থানে পৌঁছিতে পারে না। এ সব স্থলে বালু মাপার আর

কোন প্রয়োজন নাই। ছাঁকনীর ৫'।৭' ফুট উপর পর্য্যন্ত ভর্ত্তি হইতে পারে এমন পরিমাণ বালু ক্রমে ক্রমে ঢালিয়া দিতে হয় এবং নলটীকে উঠা নামা করাইতে হয়। তবেই সব বালি নীচে যাইয়া ছাকুনীর চতুষ্পার্শে দাঁড়ায়। আবরণ দেওয়ায় উপকার হউক বা নাই হউক ক্ষতির কোনই সম্ভাবনা নাই। এবং খরচও অতি সামান্য। তজ্জন্য আজকাল সকলেই এই "আবরণ" দিয়া থাকেন। পাথরের কুচির চেয়ে, বালুর মূল্য অনেক কম। অথচ কাজ এক রকমই হয়। এই কারণে বালুর আবরণই সর্ব্বত্র প্রচলিত।

তৎপর আবরণী নল টানিয়া তুলিয়া ফেলিয়া উপর হইতে কাদা (Puddle clay) ঢালিয়া দিয়া নলকূপের চারি পার্শ্বের গর্ত্তটী ভরিয়া দিতে হয়।

বাহিরের আবরণী-নল দ্বারা নলকূপ খনন

(Boring with outer casing)

প্রথমে আবরণী-নল ও "কাটিংস্"র বিষয় কিছু বলিয়া, তৎপর খনন করার বিষয় বিস্তৃত ভাবে বর্ণনা করা হইবে।

বাহিরের-আবরণী-নলগুলি ভাল লৌহ দ্বারা প্রস্তুত করা হয়। কার্য্যের সুবিধার জন্য পাইপ সাধারণতঃ ১০' ফুট লম্বা করা হয়। পাইপগুলি বড় হইলে ডেরিকও বড় করিয়া তৈরী করিতে হয়, তাহাতে ডেরিক অত্যন্ত ভারী হইয়া পড়ে এবং কাজেরও নানা অসুবিধা হয়।

নলকূপের ব্যাস অনুযায়ী বাহিরের কেসিং পাইপ ব্যবহার করিতে হয়।

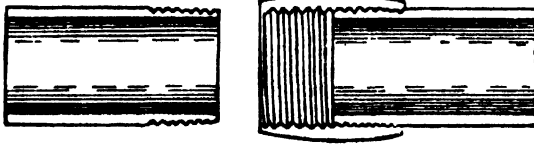
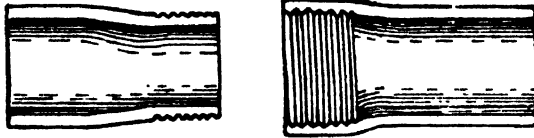
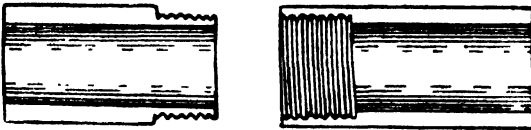
বাহিরের পাইপ সাধাণতঃ তিন প্রকারে জোড়া হইয়া থাকে।

১। বেভেল্ড্ সকেট দ্বারা (Bevelled socket)

২। ফ্লাশ জয়েন্ট (Flush joint)

৩। মেল ও ফিমেল পেঁচ দ্বারা (Male and Female Screw or Swelled & cressed)

১। বেভেল্ড সকেট দ্বারা পাইপ জুড়িলে, বাহিরের বর্দ্ধিত অংশে বসানের সময় একটু জোড় লাগে সত্য, কিন্তু এ

ভাবে পাইপ জোড়ায় পেঁচ খুলিয়া যাওয়ার অথবা পেঁচের ওখানে ফাটিয়া যাওয়ার কোন সম্ভাবনা থাকে না।

বেভেল্ড সকেট জয়েণ্ট

স্ত্রী পুরুষ (Male & Fimale) জয়েণ্ট

ফ্লাশ জয়েণ্ট

এই কারণে অনেকেই বেভেল্ড সাকেট দ্বারা পাইপ জুড়িতে মত দেন।

২। ফ্লাশ জয়েণ্ট।

বাহিরের নলের গায়ে ভিতরের দিকে পেঁচ কাটা থাকে। এ ভাবে পাইপ জুড়িলে বাহিরে কোন অংশ বাড়ান থাকে না। সুতরাং বসানের সময় জোরও কম লাগে। নলের

গায়ে পেঁচ কাটিতে হয় বলিয়া, নলের লোহা পুরু হওয়ার দরকার।

কিন্তু লোহা পুরু হইলেও ফাটিয়া যাওয়ার সম্ভাবনা একটু থাকেই। লোহা পুরু হওয়ার ফলে পাইপগুলি অত্যন্ত ভারী হইয়া পড়ে।

এই সব কারণে এই পাইপ ব্যবহার না করাই সঙ্গত।

৩। স্ত্রী ও পুরুষ পেঁচওয়ালা নল। (Male & Female Screw)

এ ভাবে পাইপ জোড়ায়, জোড়ার স্থানে নল ফাটিয়া যাওয়ার বিশেষ সম্ভাবনা থাকে। যেখানে ২০০′ ফুটের নীচে যাইতে হয় অথবা যে স্থানের মাটি খুব শক্ত, সে সব জায়গায় এ জাতীয় পাইপ ব্যবহার না করাই বিধেয়।

কাটিং সু

(Cutting Shoe)

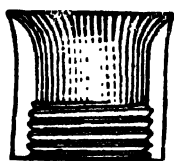
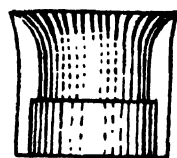
বাহিরের নলের নীচে এই কাটিং সু পরাইয়া দিতে হয়। কাটিং সু নীচের বালু মাটী প্রভৃতি কাটিয়া পথ পরিষ্কার করিয়া লয়।

কাটিং সু দুই প্রকারের।

১। স্ক্রু সু (Screw Shoe)।

২। হস্‌কান সু (Slip Shoe)।

১। স্ক্রু সুগুলিতে পেঁচ কাটা থাকে। ঐ পেঁচ দ্বারা উহা নলের সহিত জুড়িয়া দিতে হয়। "সু"গুলির ব্যাস

১। স্ক্রু সু

২। হস্‌কান সু

বাহিরের নলের ব্যাস হইতে প্রায় ১" ইঞ্চি বড় থাকে। উহাতে গর্ত্তটী একটু বড় হয় বলিয়া, পাইপের গায়ে কোনরূপ চোট লাগিতে পারে না।

"স্থু" পাইপের চেয়ে বড় হওয়ার দরুণ, টানিয়া তুলিবার সময় বেশ জোর লাগে।

২। হস্‌কান্ স্থু এমন ভাবে পাইপের সহিত জোড়া থাকে যে, উঠানের সময়, উহা নীচে খসিয়া যায়। তজ্জন্যই উহার নাম দেওয়া হইয়াছে "হস্‌কান্ স্থু"। "স্থু" খুলিয়া যাওয়ার জন্য, পাইপ টানিয়া তুলিতে আর কোনরূপ জোর লাগে না। অল্প সময়েই পাইপ টানিয়া তুলিয়া ফেলা যায়। হস্‌কান্ স্থু-র মূল্য বেশী নয়। তজ্জন্য উহা খুলিয়া থাকায় বিশেষ কোন ক্ষতি হয় না।

পক্ষান্তরে "স্থু" সহিত পাইপ টানিয়া তুলিতে যে পরিশ্রম ও সময় লাগে, তাহার তুলনায় স্থু-র মূল্য অতি নগণ্য।

এই কারণে অধিকাংশ লোকেই এই "হস্‌কান্ স্থু" ব্যবহার করিয়া থাকে।

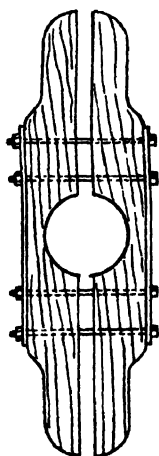
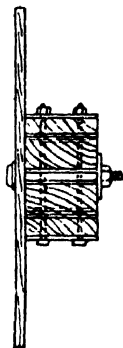
বিশেষত শক্ত মাটীতে স্ক্রু স্থু টানিয়া তোলা, কষ্টসাধ্য ও বিপজ্জনক।

জলস্রোত প্রথায়, বাহিরের-নল দ্বারা খনন

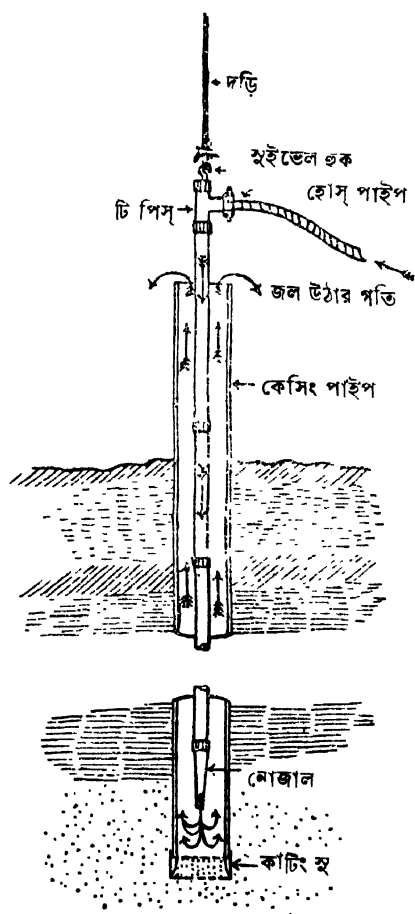
খননের স্থানে প্রথমে একটী গোলাকার গর্ত্ত করিতে হইবে। গর্ত্তটী ১০'।১৫' ফুট গভীর হইলেই ভাল হয়। উপরকার শক্ত মাটীটা কাটিয়া তুলিয়া ফেলিতে পারিলেই সুবিধা হয়। গর্ত্তের পাশের মাটী যাহাতে ভাঙ্গিয়া না পড়ে, তজ্জন্য গর্ত্তের পার্শ্বে কাঠের মোটা তক্তা দিয়া আটকাইয়া রাখিতে হয়।

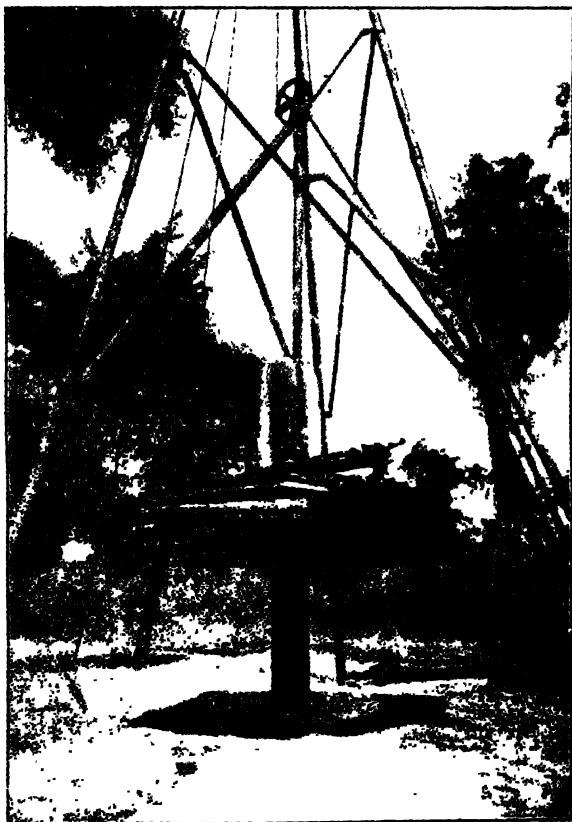
তৎপর বাহিরের-নলের বা কেসিং পাইপের নিম্নে কাটিং সু পরাইয়া, উহা গর্ত্তের মধ্যে নামাইয়া উহার সহিত আর একটী পাইপ জুড়িয়া দিবে। এটা গর্ত্তের গভীরতা এবং পাইপের দৈর্ঘ্য অনুযায়ী করিতে হয়। তখন গর্ত্তটির অনেকটা মাটী দিয়া বন্ধ করিয়া দিতে হইবে। এবং মাটীর উপরে কাঠের মোটা তক্তা (Slippers) দিয়া, গর্ত্তটীর উপরিভাগ আবৃত করিয়া দেওয়া দরকার। বাহিরের নলের গায়ে যে তক্তা দুইটি থাকিবে তাহাদের পার্শ্বে অর্দ্ধ গোলাকারে একটু কাটিয়া দিলেই, কেসিং পাইপটী ঘিরিয়া, তক্তা দুইটী মিলিয়া যাইবে। তক্তাদুইটীর মধ্যে আর ফাঁক থাকিবে না।

এইরূপ তক্তার মঞ্চ (Platform) তৈয়ারী করিলে কাজের অনেক সুবিধা হয়। যথা ঃ—লোকজন উহার উপর

দাঁড়াইয়া কাজ করিতে পারে। পাইপের সঙ্গে ক্ল্যাম্প লাগাইয়া উহা মঞ্চের উপর রাখিয়া দেওয়া চলে। পাইপ

কাঠের ক্ল্যাম্প ও তাহার বিভিন্ন অংশ

টানিয়া তোলার সময় মঞ্চের উপর জ্যাক বসান চলে। পাইপের সহিত একটী লোহার ক্ল্যাম্প লাগাইয়া উহা তক্তার

মঞ্চের উপর রাখিতে হয়। তাহা হইলে পাইপটী হঠাৎ নীচে পড়িয়া যাওয়ার আর কোন আশঙ্কা থাকে না।

আবরণী-নল দ্বারা জল-স্রোত প্রথায় খননের চিত্র।

উহার ৪'।৫' ফুট উপরে আর একটি কাঠের ক্ল্যাম্প লাগাইয়া, উহার উপরে ছোট ছোট লৌহখণ্ড, মাটীর বস্তা,

নিম্নে তক্তার মঞ্চ। তাহার উপরে কাঠের ক্ল্যাম্পের উপর ভার চাপান রহিয়াছে। চারিদিকে ডেরিক দৃষ্ট হইতেছে।

কাঠের খণ্ড প্রভৃতির ভার চাপাইতে হয়। গর্ত্তটীকে কেন্দ্র

করিয়া একটি বড় লোহার ডেরিক তৈরী করিতে হয়। ডেরিকের উপরে একটী কপি কল (Pulley) ঝুলাইয়া, উহার ভিতর দিয়া এক গাছা শক্ত দড়ির সহিত একটী স্ুইডেল্ হেড বাঁধিতে হইবে। ঐ স্ুইডেল্ হুকের সহিত একটী টি. পিস্ (T. Piece) লাগাইয়া উহার নিম্নে বোরিং পাইপ জুড়িবে এবং পার্শ্বে একটী হোস পাইপ (Flexible Hose Pipe) লাগাইয়া, ঐ হোস পাইপটীর অন্যদিক, একটী শক্তিশালী ফোর্স পাম্পের সহিত জুড়িবে।

ফোর্স পাম্পটী এমন শক্তিশালী হওয়া চাই যে, উহার দ্বারা মিনিটে ১০০।১৫০ গ্যালন জল, পাইপের ভিতর চালান যায়।

বোরিং পাইপের নিম্নভাগে একটি নোজাল (Nozzle) আটিয়া দিয়া, উহা এমন ভাবে নীচে নামাইয়া দিবে, যেন নোজালটি গর্ত্তের তলদেশ হইতে ৪"।৫" ইঞ্চি উপরে থাকে।

কেসিং পাইপটী ঠিক সোজাভাবে বসান চাই। কোন প্রকারে বাঁকিয়া না যায়, সে বিষয়ে বিশেষ সাবধান থাকিতে হইবে।

পূর্ব্বোক্ত প্রকারে কেসিং পাইপ ও তন্মধ্যে বোরিং পাইপ বসান হইলে, ফোর্স পাম্প দ্বারা বোরিং পাইপের মধ্যে জল-প্রবাহ দিতে হইবে। উক্ত জলধারা নীচের বালু মাটী প্রভৃতি নরম করিয়া ও ধুইয়া বোরিং পাইপ ও কেসিং পাইপের মধ্যের ফাঁক দিয়া উপরে উঠাইয়া আনিতে থাকিবে।

এইরূপ ভাবে নীচের বালু, মাটী প্রভৃতি ধুইয়া উপরে উঠিয়া আসায় নীচে ক্রমান্বয়ে গর্ত্ত হইতে থাকিবে। এবং এইভাবে কিছুক্ষণ গর্ত্ত হওয়ার পর, তক্তার-মঞ্চের-উপর-রক্ষিত লোহার ক্ল্যাম্পটী খুলিয়া ফেলিয়া কেসিং পাইপটি ধীরে ধীরে ঘুরাইয়া ও সঙ্গে সঙ্গে চাপ দিয়া নীচে বসাইয়া দিতে হইবে। কেসিং বা আবরণী-নলটী এইভাবে ৪'।৫' ফুট বসান হইলে কাঠের ক্ল্যাম্পটীর উপরকার ভার নামাইয়া ক্ল্যাম্পটী খুলিয়া, পুনরায় উহা ৪'।৫' ফুট উপরে লাগাইতে হইবে, এবং উহার উপর পুনরায় ঐ সব ভার জিনিষ উঠাইয়া দিতে হইবে। এবং কেসিং পাইপের সহিত মাটীর উপর লোহার ক্ল্যাম্পটী আটিয়া, উহা তক্তার মঞ্চের উপর রাখিয়া দিয়া, বোরিং পাইপের ভিতর জল চালাইয়া পুনরায় গর্ত্ত বা বোর করিতে থাকিবে।

এই ভাবে বোর করিয়া এবং একটীর সহিত আর একটী কেসিং পাইপ জুড়িয়া ক্রমান্বয়ে নীচে যাইতে হইবে, যতক্ষণ পর্য্যন্ত জল-বাহী মোটা-বালু অথবা কঙ্কর স্তর না পাওয়া যায়।

এই প্রকারে বালু অথবা মাটীর স্তর খনন করা অতি সহজ।

কিন্তু নীচে যদি পাথরের নুড়ি (Pebbles) অথবা পাথর (boulders) পড়ে, তখন নোজালের সহিত চিজেল (chisel) অথবা স্পাইক্ (Spikes) জুড়িয়া দিয়া নুড়ি,

পাথর প্রভৃতি ভাঙ্গিয়া গুড়া গুড়া করিয়া ফেলিতে হয়। তখন ঐ গুড়াগুলি জল ধারার সহিত অনায়াসে ধুইয়া উপরে উঠিয়া আসে।

নোজালের ভিতর দিয়া জল-প্রবাহ আসিতে থাকায়, স্পাইক ও চিজেলগুলি সুন্দররূপে কাজ করিতে থাকে।

এই প্রথায় পার্ব্বত্য প্রদেশেও নলকূপ বসান চলে। বড় বড় নলকূপ আজকাল অধিকাংশ স্থানেই এই প্রথায় বসান হইয়া থাকে।

জলের সহিত যে মাটী ও বালু উপরে আসিতে থাকে, তাহা ধরিয়া পরীক্ষা করিতে হয়।

জল শূন্য বোরিংএ যেরূপ নির্ভুল ভাবে বালু ও স্তর পরীক্ষা করা যায়, এ প্রথায় তাহা চলে না। কারণ জলদ্বারা বোরিং এ, নীচের মাটী ও বালু জলের সহিত মিশিয়া, একটু বিকৃত হইয়া পড়ে।

তবে যতটা পরীক্ষা করা যায়, তাহা নলকূপের পক্ষে যথেষ্ট, যদিও তাহা ভূতত্ত্ব বিদ্‌গণের পক্ষে সন্তোষজনক নাও হইতে পারে।

বোর করিতে করিতে যদি এমন জলময় স্থানে (Water Sheet) পৌঁছান যায়, যেখান হইতে স্বতঃই জল উপরে উঠিতে থাকে, ও সঙ্গে সঙ্গে নীচের মাটী বালু প্রভৃতি ধৌত করিয়া ফেলিয়া, গর্ত্ত করিতে থাকে, তখন ক্ষিপ্রগতিতে নল জুড়িয়া নীচ মুখী যাওয়ার চেষ্টা করিতে হয়। নতুবা নানা

প্রকার বিভ্রাট উপস্থিত হইতে পারে। যদি ঐ জল বিশুদ্ধ ও সুপেয় হয়, তবে আর নীচে যাওয়ার কোন প্রয়োজন করে না।

নীচের কোন স্তরে যদি কোন ফাটল (crack) থাকে, তবে সেই স্তরে বোর করার সময় ঐ ফাটল বা ছেঁদা উপর-হইতে-দেওয়া সমুদয় জল টানিয়া লইয়া যায়। নীচের মাটী বা বালু ধৌত হইয়া আর উপরে উঠিয়া আসে না।

তখন উপর হইতে আঠাল-মাটী অথবা সিমেণ্ট গুলিয়া ঢালিয়া দিলে, ঐ ফাটল বা ছেঁদা অনেক সময় বন্ধ হইয়া যায়।

আবার যেখানে উপর-হইতে-দেওয়ার জন্য যথেষ্ট পরিমাণ জল সংগ্রহ করা কষ্টকর হয়, সেখানে নীচের মাটী বালু মিশ্রিত জল কোন চৌবাচ্চায় ধরিয়া ও পরিষ্কার করিয়া, পুনরায় ঐ জল ব্যবহার করার চেষ্টা করিতে হয়।

এই প্রথায় ব্যারণ ভন এটবর্ণ (Baron-von Ertborn) প্রায় ৪০ বৎসর পূর্ব্বে ৩০ ঘণ্টায় ১৪৬' ফুট বোর করিয়াছিলেন।

তৎপর ১৯০২ সনে (The Societe miniére et de forage boune Esperence) মিউনিকে এক কোম্পানী ২৪ ঘণ্টায় ৩৬৯' ফুট বোর করিয়াছিলেন।

ঐ সব জায়গায় শুধু মাটী ও বালুর স্তরই খনন করা হইয়াছিল। কিন্তু ঐরূপ ভাবে অধিকাংশ স্থলেই বোর করা চলে না।

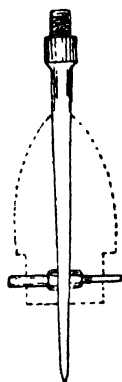
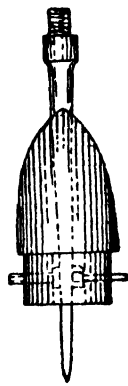
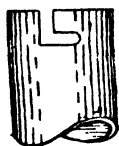
পলিপড়া প্রদেশে দৈনিক গড়ে ২০′ হইতে ৪০′ ফুট এবং অন্যান্য স্থানে দৈনিক গড়ে ১৫′ হইতে ২০′ ফুট পর্য্যন্ত বোর করা চলে। যেখানে শুধু পাথর খুঁড়িয়া বোর করিতে হয়, সেখানে এ প্রণালীতে বোর করা চলে না। সেখানে অন্য পদ্ধতিতে নলকূপ বসাইতে হয়।

বাহিরের নল তুলিবার পদ্ধতি

(Drawing out of the outer Casing)

ছাঁকনীসহ আসল নলটী বসান শেষ হইলে, কেসিং পাইপ তুলিয়া ফেলিতে হয়।

প্রথমে কাঠের ক্ল্যাম্পটীর উপরের ভার নামাইয়া, উহা খুলিয়া ফেলিতে হয়। তারপর তক্তার মঞ্চের উপরকার লোহার ক্ল্যাম্পটী খুলিয়া ১॥′ কি ২′ ফুট উপরে উহা পুনরায় কেসিং পাইপের সহিত শক্ত করিয়া আটিয়া, উহার নীচে তক্তার মঞ্চের উপর দুইদিকে দুইটী জ্যাক-স্ক্রু (jack screw) লাগাইতে হয়। এখন জ্যাকের পেঁচ ঘুরাইলেই, উহা লোহার ক্ল্যাম্পটীকে উপরমুখী ঠেলিয়া কেসিং পাইপকে উপরমুখী তুলিতে থাকিবে। এই ভাবে জ্যাকের পেঁচ ঘুরান শেষ হইলে, আর একটী ক্ল্যাম্প নীচে বা উপরে লাগাইয়া কেসিং পাইপ যাহাতে নীচে নামিয়া না যায়, তাহার

ব্যবস্থা করিয়া, জ্যাকের উপরকার লোহার ক্ল্যাম্পটী খুলিয়া ও জ্যাকটীকে সরাইয়া পুনরায় লোহার ক্ল্যাম্পটী কেসিং পাইপের সহিত ১॥' কি ২' ফুট উপরে আঁটিয়া, তাহার নীচে জ্যাক লাগাইয়া ও উহার পেঁচ ঘুরাইয়া কেসিং পাইপকে

বিভিন্ন প্রকারের জ্যাক

উপরমুখী তুলিতে হইবে। এই ভাবে জ্যাক লাগাইয়া ক্রমান্বয়ে কেসিং পাইপটীকে তুলিয়া ফেলিতে হয়।

উপরের-জল-চোয়ান বন্ধ করার উপায়

(Excluding Surface Water)

আবরণী নল দ্বারা যখন বোর করা হয়, তখন ঐ নল তুলিয়া ফেলিলে, নলকূপের নলের চারিদিকে কতকটা জায়গা ফাঁক থাকিয়া যায়। অপ্রবেশ্য স্তরের মধ্যের এই ফাঁক শীঘ্র বন্ধ হয় না। বিশেষতঃ ঐ অপ্রবেশ্য-স্তর যদি প্রস্তরের হয়, তবে ঐ শূন্য স্থান কখনও আপনা হইতে বন্ধ হয় না। এমত অবস্থায় ঐ শূন্য স্থান বন্ধ করিতে না পারিলে, ঐ ফাঁকের মধ্য দিয়া উপরকার দূষিত-চোয়ান-জল, অনায়াসে নিম্নে চলিয়া যাইতে পারে এবং তদ্দ্বারা নলকূপের জল দূষিত হওয়ার বিশেষ সম্ভাবনা থাকে। সুতরাং ঐ ফাঁক বন্ধ করা বিশেষ প্রয়োজন।

মটর গাড়ীর নিউম্যাটিক টায়ায়ের রবার ফাঁকের মাপ মত গোল করিয়া কাটিয়া, উহা নলকূপের নলের গায়ে এমন স্থানে আটকাইয়া দিতে হইবে, যেন উহা অপ্রবেশ্য-স্তরের ঠিক উপরে পড়ে। বলা বাহুল্য বোরিংএর যে হিসাব কাগজে লিখিয়া রাখা হয়, তদ্দৃষ্টে ঐ স্থান নির্ণয় করিতে হয়।

ঐ রবারের খণ্ডটীর সহিত একগাছা শক্ত সুতা বা লোহার তার এমন ভাবে লাগাইয়া রাখিতে হইবে, যেন ঐ

সূতা ধরিয়া উপর হইতে টান দিলেই, রবারের গোলাকার খণ্ডটী ঠিক ছাতার মত ছড়াইয়া পড়ে। তখন উপর হইতে কতকটা সিমেণ্ট, বালু বা পাথরের কুচির সহিত মিশাইয়া, ঢালিয়া দিতে হয়।

কেহ কেহ বলেন যে, রবারের পরিবর্ত্তে, কতগুলি সরু লোহার শলাকা একত্র গ্রথিত করিয়া, উহা এমন ভাবে ভিতরের নলের সহিত বাঁধিয়া দিবে, যেন উহার সহিত সংযুক্ত শক্ত-সূতা, বা লোহার তার উপর হইতে টান দিলেই, লৌহ শলাকাগুলি ছাতার মত ছড়াইয়া পড়ে। তখন উপর হইতে পাথর বা ঝামার কুচি সিমেণ্ট মিশাইয়া ঢালিয়া দিলে উহা ঠিক ঐ শলাকাগুলির উপরে পড়ে। এবং উক্ত সিমেণ্ট কয়েক ঘণ্টা থাকিলেই, জমিয়া শক্ত হইয়া ফাঁকটিকে (bore-hole) একেবারে বন্ধ করিয়া দিবে। তখন আর ভিতরে জল-প্রবেশের কোন আশঙ্কা থাকে না। কিন্তু আজকাল আঠালো মাটি (puddle clay) দ্বারাই, ঐ ফাঁক বন্ধ করা হইয়া থাকে। ইহাতে খরচও কম পড়ে, কাজও মন্দ হয় না। অথচ কোন ঝঞ্ঝাট নাই।

অন্যান্য প্রকার বোরিং (জল শূন্য)

Other methods of boring (Dry-boring)

পূর্ব্বে বলা হইয়াছে যে বোরিং প্রধানতঃ দুই প্রকার ঃ—
১। পারকাসিভ্ ২। রোটারী। উক্ত দুই প্রকার বোরিং-এর একটী সংক্ষিপ্ত তালিকা নিম্নে দেওয়া হইল।

১। পারকাসিভ্ বোরিং

(Percussive Boring)

(ক) দৃঢ় রড্ দ্বারা বোরিং (Boring with rigid rod)

(খ) Rods with free fall

(গ) দড়ির দ্বারা বোরিং (Rope drilling)

(ঘ) হাইড্রলিক শক্তি দ্বারা বোরিং (Boring with Hydraulic Force)

(ঙ) Boring with Spring arrangement

২। রোটারী প্রণালী (Rotary System)

(ক) হীরকযুক্ত ড্রিল দ্বারা বোরিং (Boring with Diomond drill)

(খ) হীরক-যুক্ত-ক্রাউন দ্বারা বোরিং (Drilling with the Steel Cutting Crown)

(গ) Drilling with Chilled Steel Shot

উহার মধ্যে যে সমুদয় প্রণালীতে সাধারণতঃ জল-উত্তোলনের জন্য বোর করা হয়, সেই সব পদ্ধতির বিষয় বর্ণনা করা যাইতেছে।

রড্ বোরিং (ইংলণ্ডের প্রণালী)

প্রথমে একটী ১৫'।১৬' ফুট গভীর গর্ত্ত করিতে হইবে, এবং ঐ গর্ত্তটীকে কেন্দ্র করিয়া একটী ডেরিক তৈরী করিতে হইবে। ডেরিকের সহিত কপি কল ঝুলাইয়া, উহার ভিতর দিয়া এক গাছা শক্ত দড়ির সহিত সুইভেল হুক বাঁধিতে হইবে। গর্ত্তটীর পাশে তক্তা দিতে হয়, এবং মাটীর উপর তক্তার মঞ্চ তৈরী করিতে হয়। তৎপর ঐ গর্ত্তের মধ্যে কেসিং পাইপ নামাইয়া দিয়া, মাটীর উপর কেসিং পাইপের সহিত একটী লোহার ক্ল্যাম্প লাগাইয়া উহা তক্তার মঞ্চের উপর রাখিবে এবং উহার কিছু উপরে একটী কাঠের ক্ল্যাম্প লাগাইয়া, তাহার উপর মাটীর বস্তা, কাঠ লোহা প্রভৃতির ভার চাপাইতে হয়। এ সমুদায়ই জল-স্রোত প্রথার ন্যায় করিতে

হয়। তৎপর সুইভেল হুকের সহিত লোহার বোরিং রড ঝুলাইতে হয়। রডগুলি ১০′ ফুট লম্বা এবং ১॥″ ইঞ্চি ব্যাস বিশিষ্ট হইলেই ভাল হয়।

রড বড় হইলে ডেরিক বড় করিতে হয়, এবং আরও নানা প্রকার অসুবিধার সৃষ্টি হয়। অ্যাস্ (Ash) কাঠের রডও পাওয়া যায়, কিন্তু কাঠের চেয়ে লোহার রড ব্যবহার করাই সঙ্গত। রডের দুই দিকে স্ত্রী ও পুরুষ পেঁচ (male & female) কাটা থাকে, তদ্বারা রডগুলি জুড়িতে হয়। তৎপর লোহার রডের নীচে স্লাজ টুল (Sludge Tool) আঁটিয়া দিতে হয়। স্তরের অবস্থানুযায়ী স্লাজ টুল, স্যাণ্ড পাম্প, (Sand Pump) প্রভৃতি ব্যবহার করিতে হয়।

এখন দড়ি ধরিয়া টানিলেই বোরিং রড কয়েক ফুট উপরে উঠিবে এবং দড়ি ছাড়িয়া দিলেই স্লাজটুল মাটী অথবা বালুর মধ্যে বসিয়া যাইবে ও সঙ্গে সঙ্গে মাটী, বালু প্রভৃতি কাটিয়া স্লাজটুলের ভিতর থাকিবে। স্লাজটুলের নিম্নে ফ্ল্যাপ ভাল্‌ভ্ (Flap Valve) লাগান থাকায়, ভিতরের মাটি আর বাহির হইয়া আসিতে বা পড়িয়া যাইতে পারে না। এই ভাবে ৫।৭ বার উঠা-নামা করাইলেই, স্লাজ টুলটী মাটী বা বালুতে ভর্ত্তি হইয়া যাইবে। তখন স্লাজ টুলটী উপরে উঠাইয়া, খুলিয়া উহার ভিতরকার মাটী বালু প্রভৃতি ঢালিয়া ফেলিতে হইবে। এবং পুনরায় বোরিং রডের নীচে উহা জুড়িয়া, কেসিং পাইপের ভিতর নামাইয়া,

পূর্ব্ববৎ দড়ি ধরিয়া টানিয়া কয়েকবার উঠা-নামা করাইলেই পুনরায় উহা বালু মাটী প্রভৃতিতে পূর্ণ হইয়া যাইবে। এই রূপ ভাবে খনন করিয়া কয়েক ফুট গর্ত্ত করা হইলে, কেসিং পাইপটী ঘুরাইয়া ঘুরাইয়া কয়েক ফুট বসাইয়া দিতে হইবে। এইভাবে বোর করিয়া এবং একটীর সহিত আর একটী বোরিং রড জুড়িয়া ক্রমান্বয়ে নীচমুখী যাইতে হইবে, যে পর্য্যন্ত অভীপ্সিত জলবাহী মোটাবালুর স্তর না পাওয়া যায়।

স্লাজ যন্ত্রটী দ্বারা ৫।৭ বার "ঘা" মারিলেও যদি উহার ভিতর মাটী বালু না আসে, তবে গর্ত্তের মধ্যে কিছু জল ঢালিয়া দিবে, এবং পুনরায় দড়ি টানিয়া স্লাজ যন্ত্রটী দ্বারা ঘা মারিতে থাকিবে। নীচে শক্ত মাটী থাকিলে উহা জলে ভিজিয়া নরম হইয়া স্লাজ যন্ত্রের ভিতরে চলিয়া আসিবে। কিন্তু নীচে যদি পাথর থাকে, তবে জলে কোন কাজ হইবে না। তখন স্লাজ যন্ত্রটী খুলিয়া বোরিং রডের সহিত নানা প্রকারের চিজেল (Strait, flat, or cross chisels) জুড়িয়া "ঘা" মারিতে হয়। উহাতে পাথর ভাঙ্গিয়া গুড়া গুড়া হইয়া যায়। তখন চিজেল খুলিয়া ফেলিয়া, পুনরায় স্লাজ যন্ত্রটী আটিয়া "ঘা" মারিলেই গুড়াগুলি স্লাজ যন্ত্রের ভিতর চলিয়া আসে। এই প্রকারে বোর করার প্রধান অসুবিধা এই যে, প্রতিবার স্লাজ যন্ত্রটী নীচে নামাইবার সময় একটীর সহিত আর একটী বোরিং রড্ জুড়িতে হয় এবং

স্লাজ যন্ত্রটী উঠাইবার সময়েও একটীর পর একটী বোরিং রড খুলিতে হয়। ইহাতে বহু সময় নষ্ট হয়। তারপর বেশী নীচে গেলে রড গুলির ভার অত্যন্ত হইয়া পড়ে। তখন উহা উঠাইতে নামাইতে বহু লোকের প্রয়োজন হয়।

তজ্জন্য এই প্রথায় অধিক নীচে যাইতে হইলে, রড নামাইতে উঠাইতে শক্তিশালী ইঞ্জিনের প্রয়োজন হয়।

শক্ত রজ্জু দ্বারা বোরিং (আমেরিকার প্রণালী)

Rope-boring (American method)

এই প্রথায় ২॥″ কি ৩॥″ ইঞ্চি মোটা, এবং যতদূর বোর করা হইবে, তার চেয়ে প্রায় ১০০′ ফুট লম্বা এক গাছা শক্ত শনের দড়ির প্রয়োজন। দড়ির একদিক কপি কলের মধ্য দিয়া সুইভেল্ হুকের সহিত বাঁধা থাকে, অন্য দিকটা মজুরদের হাতে থাকে।

সুইভেল্ হুকের সহিত ঝুলান একটী বোরিং রডের সহিত স্লাজ যন্ত্রটী আটা থাকে।

অন্যান্য সমুদায়ই অর্থাৎ গর্ত্ত, কেসিং পাইপ, ডেরিক বসান ইত্যাদি পূর্ব্বোক্ত জল-স্রোত প্রথার ন্যায় করিতে হয়।

দড়ি ধরিয়া টানিলেই স্লাজ যন্ত্রটী উপরে উঠিবে, এবং দড়ি ছাড়িয়া দিলেই স্লাজ যন্ত্রটী মাটীর মধ্যে বসিয়া যাইবে। এবং মাটী বালু প্রভৃতি কাটিয়া উহার মধ্যে প্রবেশ করিবে। নীচে পাথর পড়িলে, স্লাজ যন্ত্র খুলিয়া

চিজেল অথবা স্পাইক জুড়িয়া পাথর ভাঙ্গিয়া গুঁড়া গুঁড়া করিয়া দিতে হয়। তৎপর পুনরায় স্লাজ যন্ত্রটী জুড়িয়া গুঁড়াগুলি তুলিয়া ফেলিতে হয়। এ সব বিষয়ে রড বোরিং এবং দড়ি দ্বারা বোরিংএ বিশেষ কোন পার্থক্য নাই। দড়ি দ্বারা খননের সুবিধা এই যে, ইহাতে স্লাজ-যন্ত্র নামাইতে ও তুলিতে কোনরূপ সময় নষ্ট হয় না।

এবং রড বোরিংএ, বেশী নীচে গেলে, রডগুলি অত্যন্ত ভারী হইয়া পড়ে, তখন উহা উঠাইতে নামাইতে বহুলোক অথবা শক্তিশালী ইঞ্জিনের প্রয়োজন হয়, কিন্তু দড়ি দ্বারা বোরিংএ অত লোকের বা ইঞ্জিনের প্রয়োজন হয় না। এক গাছা দড়ির আর কতই বা ওজন। সামান্য কয়েক জন লোকে অনায়াসেই স্লাজ যন্ত্রটী উঠাইতে নামাইতে পারে।

রড বোরিং এবং দড়ি দ্বারা বোরিংএ, জল দেওয়া হয় না। তজ্জন্য নীচের বালুমাটী প্রভৃতি অবিকৃত অবস্থায়ই উপরে উঠিয়া আসে। সুতরাং সঠিকভাবে বালু, মাটী, স্তরের গভীরতা প্রভৃতি পরীক্ষা করা যায়। এই কারণে ভূতত্ত্ববিদ্‌গণও এই প্রণালীতেই স্তর পরীক্ষা করিয়া থাকেন। এবং রেলওয়ে ইঞ্জিনিয়ারগণও এই সব পদ্ধতিতেই সাধারণতঃ নলকূপ বসাইয়া থাকেন।

কিন্তু এই প্রকারে নলকূপ বসাইতে বহু সময় ও ব্যয় লাগে। সাধারণের পক্ষে অত ব্যয়ে নলকূপ বসান সম্ভবপর

নহে। তজ্জন্য তাহারা অন্য প্রণালীতে অল্প সময়ে ও অল্প ব্যয়ে নলকূপ বসাইয়া থাকে।

পারকাসিভ্ বা "ঘা" মারিয়া বোর করার অন্য যে সব প্রণালী আছে, তাহার বিস্তৃত বিবরণ এখানে দেওয়া হইল না। কেননা, সে সব প্রণালীতে সাধারণতঃ বহু নীচ হইতে তৈল-উত্তোলনের নিমিত্তই নলকূপ বসান হইয়া থাকে।

কিন্তু নীচে যদি কেবল পাথরই থাকে, তবে এই সব প্রণালীতে নলকূপ বসান সুবিধা হয় না। তখন রোটারী প্রথায় চক্রাকারে ঘুরাইয়া ডায়মণ্ড ড্রিল বা ক্রাউন দ্বারা বোর করিতে হয়।

চক্রাকারে ঘুরাইয়া নলকূপ বসানের পদ্ধতি

Core-boring (Rotary system)

বোর করার সময় নীচে ২।৪ খানা পাথর পড়িলে, উহা চিজেল্ অথবা স্পাইক্ দ্বারা ভাঙ্গা যায়। কিন্তু পাথরের একটা স্তর ঐরূপ ভাবে চিজেল অথবা স্পাইক দ্বারা ভাঙ্গা চলে না। প্রস্তরের স্তর বোর করিতে ডায়মণ্ড ড্রিল অথবা ডায়মণ্ড ক্রাউনের প্রয়োজন।

ছোট একটী কাষ্ট ষ্টীল টিউবের (cast steel tube) নিম্ন দিকে কাল হীরক বসান থাকে, এবং উপরের দিকটা অন্য একটী ষ্টীল টিউবের সহিত জোড়া থাকে, ইহাকেই

ডায়মণ্ড ড্রিল বা ক্রাউন বলা হয়। উপরকার ষ্টীল টিউবটীই বোরিং রডের কাজ করে।

মাটীর উপরে একটী ইঞ্জিন বসাইয়া তদ্দ্বারা ঐ বোরিং টিউবটী ঘুরাইলেই, ক্রাউনটী পাথর কাটিয়া গর্ত্ত করিতে থাকে। এবং কর্ত্তিত পাথরের টুকরাগুলি টিউবের ভিতর প্রবেশ করিতে থাকে। এবং টিউবের সহিত ভাল্‌ভ্‌ লাগান থাকায় পাথরের টুকরাগুলি আর বাহির হইতে পারে না। টিউবটী পাথরের খণ্ডে ভর্ত্তি হইয়া গেলে উহা উপরে উঠাইয়া এই টুকরাগুলি ঢালিয়া ফেলিতে হয়। এবং পুনরায় ক্রাউনটী নামাইয়া দিয়া মেসিন দ্বারা টিউবটীকে পূর্ব্ববৎ ঘুরাইয়া বোর করিতে হয়। এইভাবে বোর করিয়া এবং একটির সহিত আর একটী বোরিং রড জুড়িয়া ক্রমান্বয়ে নীচমুখী যাইতে হয়। কর্ত্তিত পাথরের যে ক্ষুদ্র অংশগুলি টিউবের মধ্যে প্রবেশ করেনা, সেগুলি উপর হইতে শক্তিশালী ফোর্স-পাম্প দ্বারা জল-স্রোত চালাইলেই, উহার সহিত ধুইয়া উপরে উঠিয়া আসে।

পূর্ব্বে কাষ্ট ষ্টীলের (cast steel) ক্রাউনের সহিতই হীরক বসান হইত। তাহাতে এই অসুবিধা হইত যে, ক্রাউন হইতে হীরক খসিয়া পড়িলে, তৎক্ষণাৎ উহা মেরামত করার জন্য, এক জন মিস্ত্রি সর্ব্বদা নিকটে রাখিতে হইত। অথবা অন্য একটি নূতন ক্রাউন জুড়িয়া কাজ চালাইতে হইত। এই অসুবিধার জন্য, আজকাল পৃথক একখানা

শক্ত ষ্টীলের প্লেটের (steel plate) সহিত হীরক বসাইয়া উহা ক্রাউনের সহিত আঁটিয়া দেওয়া হয়। সুতরাং প্লেটের হীরক খসিয়া পড়িলে ঐ প্লেটখানা বদলাইয়া আর একখানা হীরক খচিত প্লেট ক্রাউনের সহিত আঁটিয়া দিলেই চলে। সমস্ত ক্রাউনটী বদলাইতে হয় না, অথবা মেরামতের জন্য সর্ব্বদা একজন মিস্ত্রিও নিকটে রাখিতে হয় না। এই প্রণালীতে ২০০০'।৩০০০' ফুট পর্য্যন্ত অনায়াসে বোর করা চলে।

প্রস্তর-স্তর বোর করার জন্য এবং নিম্নের স্তরের অবস্থা সঠিক-ভাবে বুঝিবার জন্যই সাধরণতঃ এই প্রণালীতে বোর করা হইয়া থাকে।

এই প্রণালীতে বোরিংও খুব তাড়াতাড়ি করা চলে। কিন্তু বোরিংএর গতি (speed) নির্ভর করে, উপরকার ইঞ্জিনের ঘূর্ণনের (revolution) গতির উপরে।

বহু নিম্ন হইতে তৈল উত্তোলনের নিমিত্ত আরও অনেক প্রকারে বোরিং করা হইয়া থাকে। সে সব পদ্ধতির বিষয় বর্ণনা করা আমার উদ্দেশ্য নয়। তজ্জন্য সে সমুদয় বিষয়ে আর কিছু উল্লিখিত হইল না।

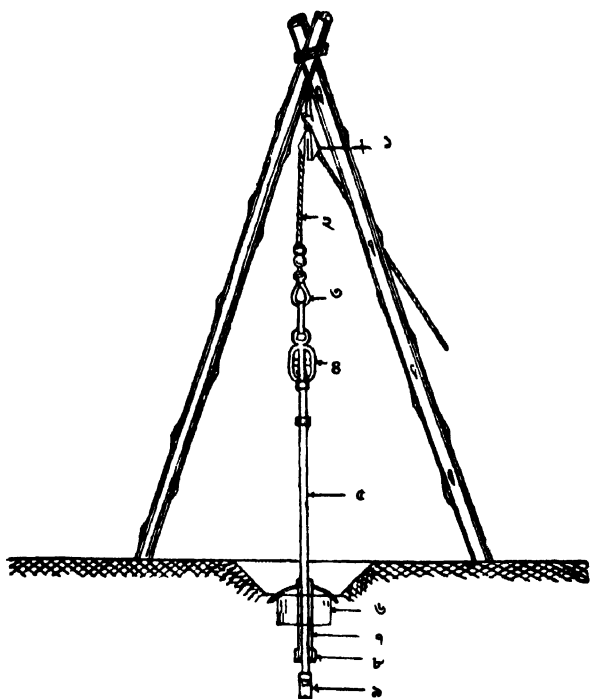
মার্টিনের স্লাজার প্রণালী

(Martin's sludger method.)

এই প্রথায় প্রথমে একটী গর্ত্ত করিয়া এবং তদুপরি ডেরিক তৈরী করিয়া গর্ত্তের মধ্যে কেসিং পাইপ বসাইয়া তাহার ভিতর বোরিং পাইপ নামাইতে হয়।

বোরিং পাইপের নিম্নে নোজালের (Nozzle) এর পরিবর্ত্তে ক্রস্ অথবা এস. চিজেল (cross or S. chisel) আঁটিয়া দিতে হয় এবং বোরিং পাইপের উপরে মার্টিনের স্লাজার জুড়িয়া দিতে হয়। উপরের কপি কলের মধ্য দিয়া বিলম্বিত-দড়ির সহিত বাঁধা সুইভেল হুকের সহিত স্লাজার আঁটা থাকে। ঐ দড়ির অন্য দিকটা মজুরদের হাতে থাকে। এখন দড়ি ধরিয়া টান দিলেই স্লাজার সহ বোরিং পাইপ উপরে উঠিবে, এবং দড়ি ছাড়িয়া দিলেই বোরিং পাইপ মাটীর মধ্যে বসিবে। বোরিং পাইপের ভিতর সর্ব্বদা কিছু কিছু জল ঢালিতে হইবে। তাহাতে নীচের মাটী বালু প্রভৃতি নরম হইয়া যায়। দড়ি টানিয়া ও ছাড়িয়া দিয়া বোরিং পাইটীকে উঠা-নামা করাইলেই নীচের মাটী বালু প্রভৃতি কাটিয়া জলের সহিত উপরে উঠিয়া আসিবে।

এই প্রণালীতে বেশী নীচে যাওয়া খুব কষ্টসাধ্য এবং বড় বড় নলকূপ এভাবে বসান সম্ভব নয়।

মার্টিনের প্লাঞ্জার প্রণালীর চিত্র।

১। কপি, ২। রজ্জু ৩। সুইভেল হুক। মার্টিনের প্লাঞ্জার ৫। বোরিং রড ৬। গাইড ড্রাম ৭। গাইড পাইপ ৮। কাটার ৯। খনন যন্ত্র।

আবার ছোট নলকূপগুলি প্লাঞ্জার প্রথায় বসানই সুবিধা জনক। সুতরাং এ প্রথায় কেহ নলকূপ বসায় না।

যে সমস্ত প্রণালীতে নলকূপ বসানের বিষয় বর্ণিত হইল উহা ব্যতীত হয়ত আরও অনেক রকমে নলকূপ বসান যাইতে পারে। কিন্তু সাধারণতঃ যে সব পদ্ধতিতে জল উত্তোলনের নিমিত্ত নলকূপ বসান হইয়া থাকে, তাহাই এই পুস্তকে বর্ণনা করা হইল।

আবরণী নল দ্বারা জলস্রোত প্রথায়, ৫″ ইঞ্চি একটী নলকূপ ৩০০′ ফুট পর্য্যন্ত বসানের খরচের হিসাব।

১। ৯″ ইঞ্চি কেসিং পাইপ বসান এবং উহা উঠানের খরচ :—

(ক)	প্রথম ১০০′ ফুট	প্রতিফুট	১২৲ হিঃ	১২০০৲
(খ)	১০০′ হইতে ১৫০′ ফুট	„	১০৲ হিঃ	৫০০৲
(গ)	১৫০′ „ ২০০′ „	„	৮৲ হিঃ	৪০০৲
(ঘ)	২০০′ „ ২৫০′ „	„	৮৲ হিঃ	৪০০৲
(ঙ)	২৫০′ „ ৩০০′ „	„	৮৲ হিঃ	৪০০৲

মোট বোরিং খরচ—২৯০০৲

২। ৫″ ইঞ্চি গ্যালভ্যানাইজড ওয়েল পাইপ (5″ galvanised well-pipe) গর্ত্ত বন্ধ করার আটাল মাটীসহ (with puddle-clay-filling) প্রতি ফুট ৩৲ হিঃ ৯০০৲

৩। ৫″ ইঞ্চি এশ্‌ফোর্ড ছাঁকনী (Ash-Ford Strainer 5″ diamater) আবরণসহ (with Shrouding) ৫৬′ ফুট প্রতি ফুট ১৬৲ হিঃ ৮৯৬৲

৪। হেড্ ভাল্ভ্ (Head valve) ১০০৲

৫। জলের পরিমাণ নির্দ্ধারণ করার জন্য দৈনিক ১২ ঘণ্টা হিসাবে ৫ দিন পাম্প করার খরচ—

দৈনিক ৪০৲ হিঃ ২০০৲

৪৯৯৬৲

(আজকাল জিনিষের মূল্য কিছু কমিয়া যাওয়ায় খরচ উহার চেয়ে কিছু কম পড়ে।)

যদি বিশেষ কোন গোলযোগ না ঘটে, তবে ঐরূপ একটী নলকূপ বসাইতে প্রায় ৬ সপ্তাহ সময় লাগে।

তৃতীয় খণ্ড

প্লাগ-পাইপ

(Plug-pipe)

ছাঁক্‌নী কখন কি ভাবে লাগাইতে হয়, তাহা পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে। এখন ছাঁক্‌নীর নীচের প্লাগ-পাইপের বিষয় বলা হইতেছে। ছাঁক্‌নীর নিম্নে ৩'।৪' ফুট লম্বা একখণ্ড সাধারণ পাইপ জুড়িয়া দিয়া, তাহার অগ্রভাগে ড্রাইভিং পয়েন্ট লাগাইয়া দেওয়া হয়। ছাঁকনীর নিম্নভাগের ঐ সাধারণ নলের খণ্ডটীকেই প্লাগ-পাইপ বলা হয়।

নলকূপ বসান হইলে প্রথমে পাম্প করিয়া অনেকটা জল তুলিয়া পাইপটীকে ভাল করিয়া ধৌত করিয়া দিতে হয়। তখন জলের সহিত অনেক সরুবালু উঠিয়া আসে, এই বালুর কতকটা নীচে পড়িয়া যায়। এবং পরেও অনেক সময় জলের সহিত নানাকারণে কিছু কিছু বালু আসে, এই সব বালুরও কিছু তলানী পড়ে। এই ভাবে তলানী পড়িয়া, ছাঁক্‌নীর নিম্নের কিছু অংশ বন্ধ ও অকর্ম্মণ্য হইয়া যায়।

ছাঁক্‌নীর নীচে প্লাগ-পাইপ দেওয়া থাকিলে, উহার ভিতরই তলানী গিয়া জমে। সুতরাং ছাঁক্‌নীর সর্ব্বনিম্নের অংশটুকুও আর বন্ধ বা অকর্ম্মণ্য হইতে পারে না। এই কারণেই ছাঁক্‌নীর নিম্নভাগে এই প্লাগ-পাইপ লাগাইয়া দেওয়া হয়।

নলকূপ ধৌত ও পরিষ্কার করা

(Finishing & Washing)

প্রথমে ছাঁক্‌নী সহ নলটি বসাইয়া পরে আবরণ দেওয়া ও পার্শ্বের গর্ত্ত বন্ধ করা হইলে উপরে পাম্প লাগাইতে হয়। তখন পাম্প করিয়া জল তুলিয়া নলকূপটী ধৌত ও পরিষ্কৃত করিয়া ফেলিতে হয়। ছোট নলকূপ ৬ ঘণ্টা এবং বড় নলকূপ হইলে অন্ততঃপক্ষে ৭২ ঘণ্টা ক্রমান্বয়ে পাম্প করিতে হয়। উহাতে নলের ও পাম্পের ভিতরের যত ময়লা ধুইয়া পরিষ্কার হইয়া যায়। এবং স্তরের সরু-বালু-কণাগুলি জলের সহিত উপরে উঠিয়া আসে ও স্তরটী বেশ পরিষ্কার হইয়া যায়। ভবিষ্যতে আর সহসা জলের সহিত বালু আসে না। পাম্প করার ফলে, ছাঁকনীর গায়ে বালু বা কাদা লাগিয়া থাকিতে পারে না, সব ধুইয়া পরিষ্কার হইয়া যায়। ঐ সব বালু, কাদা ছাঁক্‌নীর গায়ে লাগিয়া থাকিলে, ক্রমান্বয়ে উহা শক্ত হইয়া ও জমাট বাঁধিয়া ছাঁক্‌নীর ছিদ্র বন্ধ করিয়া ফেলে।

পাম্প করার সময় মাঝে মাঝে উল্টাচাপ (back-pressure) দিতে হয়।

লিফ্‌ট্‌ এণ্ড ফোরস্‌ (Lift & Force) পাম্প থাকিলে, উল্টা চাপ দেওয়া সহজেই চলে। লিফ্‌ট্‌ (Lift) পাম্পে,

পাম্প করার সময় ব্যারেল হইতে উপরের অংশটা তুলিয়া লইলেই উল্টা চাপ পড়ে। উল্টা চাপ আর এক প্রকারে দেওয়া চলে।

সকেট ওয়াশিং (Socket Washing)

পাম্পের নীচে একটী সছিদ্র সকেট লাগাইয়া উহার সহিত পাম্প আঁটিতে হয়। পাম্প করার সময় ঐ সকেটটীর ছিদ্র বন্ধ করিয়া রাখিতে হয়। তখন পাম্প করিলেই জল উপরে উঠিয়া আসে, এবং পাম্প করার সময় মাঝে মাঝে ঐ সকেটের ছিদ্রটী ছাড়িয়া দিলেই জল নীচে নামিয়া যায়, এবং উল্টা চাপ পড়ে; ইহাকেই (Socket Washing) সকেট ওয়াশিং বলে।

এই ভাবে পাম্প করিয়া জল তুলিয়া এবং উল্টা চাপ দিয়া নলকূপটী ধুইয়া পরিষ্কার করিয়া ফেলিতে হয়; তৎপর জল তুলিয়া পরীক্ষার জন্য রসায়নাগারে পাঠাইতে হয়।

এইরূপ ভাবে নলকূপ পরিষ্কার করার পর ঘড়ি দেখিয়া নির্দ্দিষ্ট সময় পর্য্যন্ত পাম্প করিয়া ঐ জল ধরিয়া মাপিয়া দেখিলেই বোঝা যাইতে পারে যে, ঐ নলকূপে ঘণ্টায় কত গ্যালন জল পাওয়া যাইবে।

নলকূপ ধৌত করার পর চেক ভালভ্ লাগান উচিত। অপরিষ্কৃত অবস্থায় লাগাইলে, উহার ভিতর বালু জমিতে

পারে ; এবং ভিতরে বালু জমিলে, চেক ভালভ্ জল ধরিয়া রাখিতে পারে না।

এইরূপ ভাবে ধুইয়া পরিষ্কার না করিলে, নলকূপ অনেক সময় খারাপ হইয়া যায় ; সুতরাং এ বিষয়ে মিস্ত্রীদের বিশেষ লক্ষ্যরাখা উচিত।

লিক বা বায়ু প্রবেশের পথ আছে কিনা, তাহা বুঝিবার উপায়

(Testing Leakage)

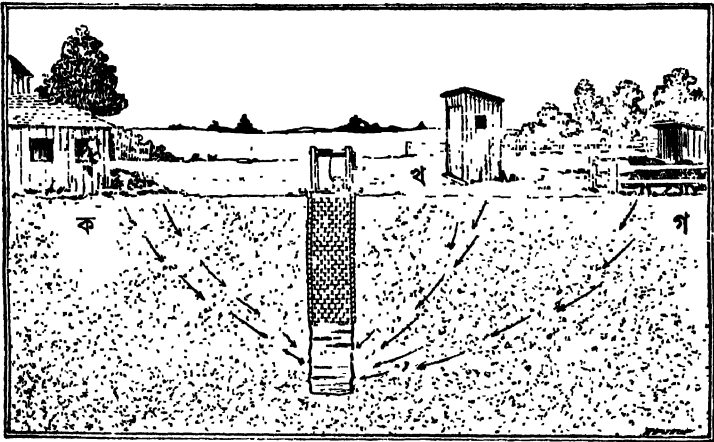
পাইপ জোড়ার স্থানে বা অন্য কোন স্থানে কোনরূপে লিক বা বায়ু প্রবেশের পথ থাকিলে, পাম্প করিলেও আশানুরূপ জল পাওয়া যায় না। এবং ঐ ছিদ্রপথে নলকূপের ভিতর নানারূপ দূষিত পদার্থ প্রবেশ করিয়া, নলকূপের জলকে দূষিত করিতে পারে ; সুতরাং যাহাতে নলকূপে কোন লিক্ বা বায়ু প্রবেশের পথ না থাকে সে বিষয়ে বিশেষ সাবধান হওয়া উচিত।

নলকূপে কোনরূপ বায়ু প্রবেশের পথ আছে কিনা, তাহা নিম্নলিখিত উপায়ে সহজে নির্ণয় করা যায়।

নলকূপের চারিদিকে মাটির উপরে ২ ফুট গভীর একটী গর্ত্ত করিতে হয়। এবং ঐ গর্ত্তের মধ্যে (coal oil, or carbolic acid, or florescin, or common salt or paraffin oil) কোল অয়েল (কেরাসিন তৈল), কার্ব্বলিক এসিড্, ফ্লোরেসিন, লবণ অথবা প্যারাফিন তৈল এর যে কোন একটী জিনিষ ঢালিয়া দিতে হয়। তবে কোল্ অয়েল্ বা কেরোসিন তৈল ব্যবহার করাই ভাল। তারপর গর্ত্তটী মাটী দ্বারা বন্ধ করিয়া দিতে হয়, যেন রৌদ্রে ঐ তৈল শুকাইয়া যাইতে না পারে। যদি কোন লিক বা বায়ু প্রবেশের পথ থাকে, তবে ঐ কোল অয়েলের তীব্র গন্ধ নলকূপের জলে অনুভূত হইবে; কেননা ঐ কোল অয়েল নীচ মুখী চোয়াইয়া গিয়া ঐ লিক্ বা ছিদ্রপথে নলকূপের ভিতর প্রবেশ করিয়া নলকূপের জলকে স্বীয় তীব্র গন্ধে গন্ধময় করিয়া তোলে। অন্য প্রকারেও জলে কোল অয়েল মিশ্রিত হইয়াছে কিনা, তাহা অনায়াসে ধরা যায়।

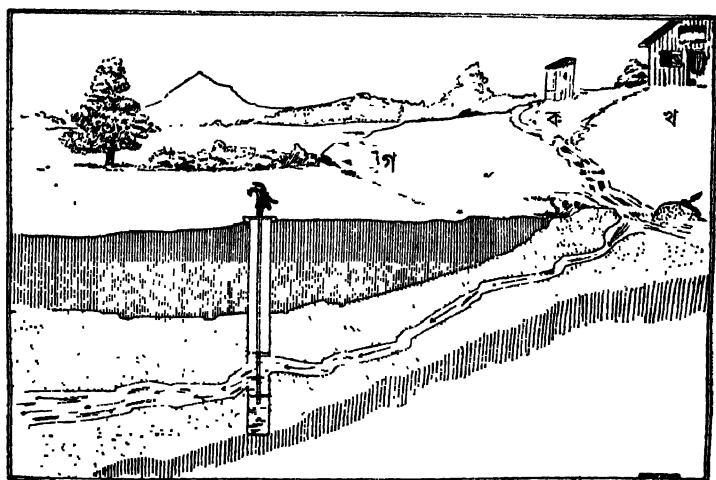
উপরের জল-চোয়ান পরীক্ষা

(Testing of Surface percolation)

নিকটস্থিত কোন দূষিত জলপূর্ণ আড়া, ডোবা, পুষ্করিণী, ড্রেণ প্রভৃতি হইতে দূষিত জল নলকূপের মধ্যে চোয়াইয়া যায় কিনা, তাহা নিম্নলিখিত উপায়ে সহজে নির্দ্ধারণ করা

(ক) নর্দ্দমা (খ) পায়খানা (গ) পশুশালা

উপরের দুষিত জল চোয়াইয়া নিম্নে যাইয়া কূপের জলের সহিত মিশিতেছে

যায়। নিকটস্থ ঐরূপ দূষিত জলপূর্ণ আড়া পুষ্করিণী কিম্বা ড্রেনের ভিতর পূর্ব্ব কথিত কোল অয়েল বা কেরোসিন তৈল ঢালিয়া দিতে হয়।

যদি বাস্তবিক পক্ষে ঐসব স্থান হইতে নলকূপের ভিতর চোয়াইয়া জল-প্রবেশের কোন পথ থাকে, তবে ঐ তৈল-মিশ্রিত দূষিত জল চোয়াইয়া নলকূপের ভিতর প্রবেশ করিয়া, উহার জলের সহিত মিশিবে। তখন নলকূপের জল পরীক্ষা করিলেই ঐ জলে ঐ "তৈলের সংমিশ্রণ" উহার তীব্র গন্ধদ্বারা এবং অন্যপ্রকারেও অনায়াসে

ক। পায়খানা খ। নর্দ্দমা গ। ডোবার পচাজল
উপরের দূষিত জল চোয়াইয়া নিম্নে যাইয়া অগভীর নলকূপের জলের সহিত মিশিতেছে

বুঝিতে পারা যায়। এবং নলকূপের জলের সহিত ঐ তৈল মিশ্রিত থাকিলে, বুঝিতে হইবে যে, ঐ সব দূষিত জলপূর্ণ আড়া, ডোবা, ড্রেন প্রভৃতির দূষিত জল চোয়াইয়া নলকূপের জলের সহিত মিশিয়া যাওয়ার সম্ভাবনা আছে।

জলের পরিমাণ

(Volume of Water)

নলকূপের জলের পরিমাণ নির্ভর করে ঃ—প্রথমতঃ স্তরের উপর অর্থাৎ যে স্তরে ছাঁকনী বসান হয়, সেই স্তরে যেমন জল থাকে—তাহার উপর (condition of the water-bearing stratum)। দ্বিতীয়তঃ যে ছাঁকনীর ভিতর দিয়া জল আসে, সেই ছাঁকনীর আকার অর্থাৎ ছাঁকনীর দৈর্ঘ্য এবং ব্যাসের উপর (The area through which, the water is collected)। স্তরে তেমন জল না থাকিলে, ছাঁক্‌নী বড় দিলেও জল বেশী পাওয়া যায় না; তেমনি আবার, স্তরে যথেষ্ট জল থাকিলেও, ছাঁক্‌নী যদি ছোট হয়, তবে তেমন জল পাওয়া যায় না।

পাম্প করিয়া নলকূপ ধুইয়া পরিষ্কার করার পর, আধঘণ্টা কি একঘণ্টা খুব জোরে পাম্প করিয়া জল তুলিয়া, মাপিতে হয়। তাহা হইলেই বোঝা যাইবে, ঐ নলকূপ হইতে ঘণ্টায় কত গ্যালন জল সরবরাহ হইবে। কিন্তু পাম্প এমনভাবে করিতে হইবে যাহাতে বালু না উঠে। পাম্প করায় জলের সহিত বালু আসিলে বুঝিতে হইবে যে, নলকূপের ঐ পরিমাণ জল দেওয়ার শক্তি নাই। এ সম্বন্ধে সবিশেষ "Critical Velocity জল-সর-বরাহের ক্ষমতা" নামীয় অধ্যায়ে বলা হইয়াছে।

নলকূপের জল প্রদানের শক্তি-সীমা

(Critical Velocity)

পরীক্ষাদ্বারা ইহা স্থিরীকৃত হইয়াছে যে, বালুস্তরের ভিতর দিয়া জল চলাচলের বেগ মিনিটে ½″ ইঞ্চির বেশী হইলে ঐ স্তরের সূক্ষ্মতম কণাগুলি স্থানচ্যুত হইয়া গতিশীল হয়। ছাঁক্‌নীর গায়ে জলপ্রবেশের গতির বেগ যদি সেকেণ্ডে ½″ ইঞ্চি হয়, তবে দেখা গিয়াছে যে, স্তরের অপেক্ষাকৃত মোটাকণাগুলি স্থানান্তরিত হইতে পারে না। ছাঁক্‌নী হইতে ঐ স্তরের ভিতরে, যতদূরে যাওয়া যাইবে জলের বেগ ততই কম হইতে থাকিবে। পরে এরূপ একটী স্থান আসিবে, যেখানে জলের বেগ মিনিটে ½″ ইঞ্চি। এই সীমার ভিতরে যত সূক্ষ্ম-বালুকণা থাকে পাম্পের টানে তাহা উপরে উঠিয়া যায় এবং এইরূপভাবে পাম্প করিতে থাকিলে এই সীমাবদ্ধ-স্তর ধৌত হইয়া পরিষ্কৃত হইয়া যায়। অন্যত্র ইহাকেই cavity বলা হইয়াছে। অতএব পাম্পের শক্তি, নলের ব্যাস এবং ছাঁক্‌নীর দৈর্ঘ্য এরূপ হওয়া চাই যে, পাম্প করিবার সময় ছাঁক্‌নীর গায়ে জলের গতিবেগ সেকেণ্ডে ½″ ইঞ্চি হয় এবং নলের ভিতরে জলের গতিবেগ প্রতি সেকেণ্ডে সাড়ে তিনফুট হয়।

এই বেগ ৩৷৷০ সাড়ে তিনফুটের কম হইলে সূক্ষ্মবালুকণা

সমূহ ঐ বেগের সঙ্গে উপরে উঠিতে পারে না। সব বিষয়ে সামঞ্জস্য করিয়া দেখা গিয়াছে যে, ছাঁক্‌নীর দৈর্ঘ্য নলের ব্যাসের ৮৪ গুণ হওয়া চাই। অর্থাৎ ১৷″ দেড় ইঞ্চি নলকূপের ছাঁক্‌নী কমপক্ষে ১০½′ ফুট দীর্ঘ হওয়া আবশ্যক। ইহার কমে কিছুতেই চলিতে পারে না, বরং দৈর্ঘ্য কিছু বেশী হইলেই ভাল হয়।*

পাম্প করার সময় জলের সহিত সরু বালু আসিতে থাকিলে, বুঝিতে হইবে যে, নলকূপের জল-সরবরাহের শক্তির অতিরিক্ত জল তোলা হইতেছে।

ঐরূপভাবে পাম্প করিতে থাকিলে, ছাঁক্‌নীর মধ্যস্থল হইতে ৩০′ ফুটেরও অধিক দূর হইতে সরু বালু কণাগুলি জলের সহিত আসিতে থাকে। ঐ সরু বালুকণাগুলি,

---

* Let the diameter of the pipe be "d" feet. Minimum velocity required in the pipe of the well is 3½ feet per second, in order to keep in suspension the fine sand passed through the strainer. Hence the delivery of the pump is $\frac{\pi d^2}{4} \times 3\frac{1}{2}'$ ft. cusecs (*i.e.* cubic foot per second).

Let the length of the strainer be "x" ft. Reduction of area due to straining materials (wire gauge and perforated brass cover in jacketed strainers) is 75% leaving only 25% as effective area. The velocity through the area is ½″ per second. Therefore the delivery through the strainer is

25% of $\pi d \times x \times \frac{1}{24}$ cusecs.

$\therefore$ 25% of $\pi d \times x \times \frac{1}{24} = \frac{\pi d^2 \times 3\frac{1}{2}'}{4}$ ft.

or $x = 84d$.

N.B. This is applicable to fine sand.

মোটা বালুর মধ্যে প্রবেশ করিতে থাকায় জলের পরিমাণ কমিয়া যাইতে থাকে।

ছাঁক্‌নীর চতুষ্পার্শ্বে মোটা বালুর যে একটা আবরণ থাকে, উহা নষ্ট হইয়া যায়, এবং সরুবালুকণাগুলি ক্রমান্বয়ে ছাঁক্‌নীর ভিতরে প্রবেশ করিয়া, ছাঁক্‌নীর জালের ছিদ্রগুলিকে বন্ধ করিয়া ফেলে। তখন আর ছাঁক্‌নীর ভিতরে জলপ্রবেশ করিতে পারে না। ঐরূপ ঘটিলে কম জোরে পাম্প করিয়া এবং মাঝে মাঝে উল্টাচাপ দিয়া নলকূপটীকে ভাল করিয়া ধৌত ও পরিষ্কৃত করিয়া ফেলিতে হয়। নলের মধ্যস্থল হইতে ৩০′ ফুট দূর পর্য্যন্ত নলকূপের জল প্রদানের শক্তির সীমারেখা। এবং ঐ ৩০′ ফুট দূরে জলের গতিবেগ হইতেছে প্রতি মিনিটে ½″ ইঞ্চি।*

কিন্তু বালুর সহিত কর্দ্দম মিশ্রিত থাকিলে, ঐ শক্তি অনেক কমিয়া যায়। ছাঁকনীর গায়ে গতিবেগ বেশী থাকায়, কাদা মিশ্রিত বালু ছাঁকনীর গায়ে লাগিয়া থাকে। এবং উহাতে ছাঁকনীর ছিদ্রগুলি বন্ধ হইয়া যাওয়ায় ভিতরে জল প্রবেশ করিতে পারে না।

পাম্প যে সময়ে, যে পরিমাণ জল টানিয়া তুলিতে পারে, সেই সময়ের মধ্যে অন্ততঃ ততটা পরিমাণ জল,

* The actual critical velocity line, being 30 feet distant from and the concentric with the tube and at that point the velocity through the imaginary line is ½″ half an inch per minute.

স্তরের ভিতর দিয়া ছাঁকনীর মধ্যে প্রবেশ করা চাই। তাহা হইলেই নলকূলের জলপ্রদানে কোনরূপ বাধাবিঘ্ন উপস্থিত হইতে পারে না।

এই নিয়মের ব্যতিক্রম হইলেই, অর্থাৎ বেশী জোরে পাম্প করিয়া জল তুলিতে গেলেই জলের সহিত সরুবালু আসিতে থাকে, এবং উহাতে ছাঁকনী অকর্ম্মণ্য ও নষ্ট করিয়া ফেলে।

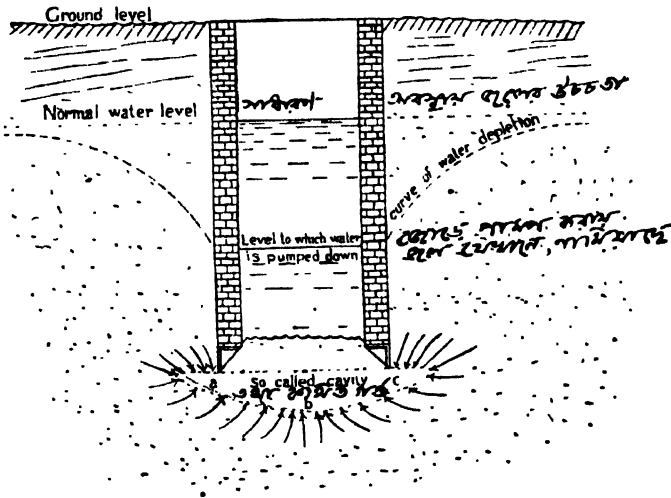
নলকূপ ও সাধারণ কূপের জল প্রদানের শক্তি

(Critical velocity of Tube well and well)

নলকূপের ন্যায় সাধারণ কূপেরও জল প্রদানের শক্তির একটা সীমা আছে। সেই সীমা লঙ্ঘন করিলেই নলকূপের ন্যায় সাধারণ কূপের জলের সহিতও বালু কাদা প্রভৃতি আসিতে থাকে এবং কূপটী অকর্ম্মণ্য হইয়া যায়।

কূপের জল প্রদানের ক্ষমতা নির্ভর করে, উহার নিম্নের ভূমির উপর। অর্থাৎ কূপের তল দেশে কঙ্কর থাকিলে যে পরিমাণ জল পাওয়া যায়, বালু থাকিলে তার চেয়ে কম জল

পাওয়া যায়। আবার মোটা বালুতে যে পরিমাণ জল পাওয়া যায়, সরু বালুতে ততটা জল পাওয়া যায় না।

নলকূপের এবং কূপের ঐ শক্তি-সীমা উল্লঙ্ঘন না করিয়া যত ইচ্ছা জল তোলা যাইতে পারে।

জোরে পাম্প করায় জল-প্রদানের শক্তিসীমা অতিক্রান্ত হওয়ায় তথাকথিত গর্ত (cavity) সৃষ্টি হইয়াছে এবং চারিদিকের বালুকণা গতিশীল হইয়া স্থানচ্যুত হইয়া যাইতেছে

এই সীমা অতিক্রম করার ফল এই দাঁড়ায় যে, কূপের তলার সরু বালুকণাগুলি প্রথমে স্থানচ্যুত হইয়া, কতক জলের সহিত উপরে উঠিয়া আসে এবং কতকগুলি কূপের তল দেশে জমিয়া ঐ স্থান ভর্ত্তি করিতে থাকে। তৎপর দূরের সরু বালুকণাগুলি আবার জলের টানে উপরে উঠিয়া উপরের

স্থানচ্যুত সরু বালুকণাগুলির শূন্য স্থান পূর্ণ করিতে থাকে। এবং উহার কতকগুলি আবার জলের সহিত একেবারে উপরেও উঠিয়া আসে। এই ভাবে বালুকণাগুলি উপরে উঠিয়া আসায়, কূপের দেওয়ালের নিম্নে ফাঁক পড়ে, এবং তজ্জন্য দেওয়ালটী ছিঁড়িয়া ধ্বসিয়া পড়ে।

এই সরু বালু আসা বন্ধ করার জন্য কূপের তলদেশে কঙ্কর ঢালিয়া দিয়া পরীক্ষা করা হয়। কিন্তু কিছুক্ষণ পাম্প করার পরই দেখা গেল যে, সরু বালু আসিতেছে এবং কূপের তলাও অনেকটা ভর্ত্তি হইয়া গিয়াছে।

তৎপর সরু ছিদ্র-যুক্ত জাল দ্বারা বালু আসা বন্ধ করিবার চেষ্টা করা হয়, কিন্তু সে চেষ্টাও ব্যর্থ হয়।

যাহাতে জল অধিক পরিমাণে আসিতে পারে, তজ্জন্য অনেক নিম্নে, অধিক-জল-বাহী-স্তর পর্য্যন্ত খনন করিয়া কূপ বসান হয়। কিন্তু এ চেষ্টাও বিফল হইল। এইরূপ ভাবে ৩০ বৎসর যাবৎ বহু রকম চেষ্টা করিয়াও ইঞ্জিনিয়ারগণ এ সমস্যার সমাধান করিতে পারেন নাই।

কয়েকটী জেলা বোর্ড নাকি সিমেণ্ট কংক্রিট রিং ওয়েল (concrete ring well) খনন করিয়া এবং উহার উপরটা বন্ধ করিয়া, পাম্পের সাহায্যে জল তোলার ব্যবস্থা করিতেছেন। তাহাদের এ প্রচেষ্টা যে সফল হইবে, সে বিষয়ে গুরুতর সন্দেহ আছে।

পাম্প দ্বারা জল তোলায়, কূপের জল প্রদানের শক্তি-

সীমা অতিক্রান্ত হইবেই, এবং তাহার ফলে নীচ হইতে সরু বালু উঠিয়া কূপের তলদেশ ভর্ত্তি করিয়া ফেলিবে এবং কূপের দেওয়ালও ছিঁড়িয়া ধ্বসিয়া পড়িবে।

কূপের উপরকার মুখ বন্ধ করিয়া দেওয়ায় উপর হইতে কোন কিছু ভিতরে পড়িয়া জল নষ্ট করিতে পারিবে না সত্য, কিন্তু উপরটা বন্ধ করার কতকগুলি অসুবিধাও আছে।

প্রথমতঃ, উপরটা বন্ধ থাকায় কূপের ভিতর তেমন বাতাস খেলিতে পারিবে না। দ্বিতীয়তঃ, সূর্য্যের রশ্মি (ultra violet rays) ভিতরে প্রবেশ করিতে পারিবে না।

বাতাস এবং সূর্য্যরশ্মি দ্বারা জল অনেক পরিষ্কৃত ও বিশুদ্ধ হইয়া থাকে।

সূর্য্যরশ্মি দ্বারা ২০ সেকেণ্ডে বি কোলাই (B. coli) এবং ৩০ হইতে ৬০ সেকেণ্ডে বি সাব্‌টিলিস্ (B. subtilis) বীজাণু ধ্বংস হইয়া যায়।

অতএব উপরটা বন্ধ করায় বাতাস ও সূর্য্যরশ্মির অভাবে কূপের জল দুর্গন্ধময় ও বীজাণু পূর্ণ ই থাকিবে।

বালতি দ্বারা কূপের জল উত্তোলন করিলে, কূপের জল প্রদানের শক্তিসীমা অতিক্রমের সম্ভাবনা বিশেষ থাকে না।

তবে অল্প সময়ের মধ্যে একাধিক বালতি দ্বারা অনেক জল তুলিলে, কূপ ধ্বসিয়া যাওয়ার আশঙ্কা থাকে। বালতি দ্বারা জল তুলিলেও অনেক সময় এই শক্তিসীমা অতিক্রম করে। এই কারণেই মাঝে মাঝে কূপের তলদেশ হইতে

কাদা বালু উঠাইয়া ফেলিতে হয়। বালতি দ্বারা জল তোলায়, ঢেউ লাগিয়া কূপের সমস্ত জল ওলটপালট হইয়া যায়। তাহাতে বাতাস ও সূর্য্যরশ্মি সমস্ত জলে ভাল ভাবে লাগিতে পারে। এবং বালতিতেও উপরকার বিশুদ্ধ জলটাই আসে।

কিন্তু পাম্প করিয়া জল তোলায় নীচের জলই আসে এবং জলে তেমন ঢেউও লাগে না, অথবা জলটা তেমন ওলট-পালট হইয়া উহাতে বাতাস ও সূর্য্যরশ্মি তেমন লাগিতে পারে না।

নলকূপের চেয়ে রিং ওয়েলের ব্যাস বড় বলিয়া, সাধারণ লোকে অনেক সময় মনে করিয়া থাকে যে, রিং ওয়েলে বেশী জল পাওয়া যায়। কিন্তু বাস্তবিক পক্ষে উহা সত্য নহে।

৬′ ফুট ব্যাসবিশিষ্ট একটী কংক্রিট রিং ওয়েল অথবা ইষ্টক নির্ম্মিত কূপের যে জল সরবাহের ক্ষমতা আছে, ১॥″ ইঞ্চি ব্যাসবিশিষ্ট একটী নলকূপ উহার চতুর্গুণ জল প্রদান করিতে পারে।

সরু বালুতে কূপ হইতে ঘণ্টায় ২½′ হইতে ৩′ ফুট জল পাওয়া যাইতে পারে। সুতরাং ২½′ ফুট ধরিয়া হিসাব করিলে, প্রতি মিনিটে জলের গতিবেগ দাঁড়ায় ½″ ইঞ্চি।

৬′ ফুট ব্যাসবিশিষ্ট একটী কূপের তলদেশের পরিমাণ হইতেছে $\pi \times ৩ \times ৩ = ৯\pi$ বর্গ ফুট। সুতরাং উক্ত ৬′ ফুট

ব্যাসবিশিষ্ট কূপে ঘণ্টায় ৯π × ২½′ কিউবিক ফুট অর্থাৎ ৭১ কিউবিক ফুট অথবা ৪৪৪ গ্যালন জল পাওয়া যাইতে পারে।

কূপের তলদেশে বালু থাকায়, উহার ভিতর যে ছিদ্র-পথ থাকে, তাহার পরিমাণ শতকরা ৫০ ধরিয়া লওয়া যাইতে পারে। সুতরাং প্রকৃতপক্ষে ঐরূপ একটী কূপে ঘণ্টায় ২২২ গ্যালন জল পাওয়া যাইতে পারে।

এখন ১½″ ইঞ্চি ব্যাসবিশিষ্ট একটী নলকূপের জল প্রদানের শক্তি তুলনা করা যাউক।

সরু বালুতে নলকূপের জল সরবরাহের শক্তি প্রতি সেকেণ্ডে ৩½ ফুট। সুতরাং পাম্পের জল প্রদানের শক্তি হইতেছে প্রতি ঘণ্টায় ১·৭৬৭ × ৩·৫ × ৬০ × ৬০ × ১/১৪৪ = ১৫৪·৬ কিউবিক ফুট। (1·767 Sq. inch is the sectional area of a tube $1\frac{1}{2}''$ inch in diameter) অতএব ১॥″ ইঞ্চি একটী নলকূপ হইতে ঘণ্টায় প্রায় ৯৬৬ গ্যালন জল পাওয়া যাইতে পারে। জল প্রদানের শক্তিসীমা অতিক্রম না করিয়াও নলকূপে ঘণ্টায় ৩½′ ফুটের বেশী জল পাওয়া যাইতে পারে, কিন্তু সাধারণ কূপে কখনও সেটা সম্ভবপর নহে। তজ্জন্য জল প্রদানের ক্ষমতা নলকূপের ৩½′ ফুট, এবং সাধারণ কূপের ২½′ ফুট ধরিয়া হিসাব করা হইয়াছে।

ঐ হিসাব হইতে দেখা যাইতেছে যে, ১॥″ ইঞ্চি একটী নলকূপ, ৬′ ফুট ব্যাসবিশিষ্ট একটী কূপের চতুর্গুণ

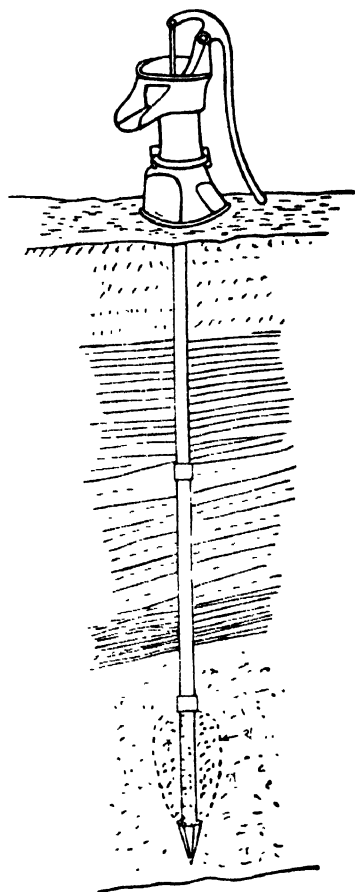
এবং ৩′ ফুট ব্যাসবিশিষ্ট একটী কূপ হইতে ১৬ গুণ বেশী জল প্রদান করিতে পারে। অতএব এখন অনায়াসেই বুঝিতে পারা যায় যে নলকূপের জল প্রদানের শক্তি সাধারণ কূপ হইতে কত বেশী।

মোটা বালুর গর্ত্ত

(Cavity of course sand)

অনেকেই এই মত পোষণ করেন যে, "পাম্প করিয়া জল তুলিতে তুলিতে ছাঁকনীর নীচে ও চতুষ্পার্শ্বে একটী গর্ত্তের সৃষ্টি হয়। ঐ গর্ত্তের মধ্যে ক্রমান্বয়ে জল আসিয়া জমে এবং পাম্প করাতে ঐ গর্ত্ত হইতেই জল আসে।"

বাস্তবিক পক্ষে উহা সব সময় সত্য নয়। নলকূপ বসান শেষ হইলে, যখন ক্রমান্বয়ে ৬।৭ ঘণ্টা পাম্প করিয়া অনেক জল তুলিয়া ফেলা হয়, তখন ঐ জলের সহিত ছাঁকনীর চতুষ্পার্শ্বের সরু বালুকণাগুলি উপরে উঠিয়া আসে। পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, ছাঁকনীর নিকটে জলের গতিবেগ

(velocity) বেশী থাকে, এবং দূরে ক্রমান্বয়ে ঐ বেগ কমিতে থাকে, এবং ৩০′ ফুট দূরে ঐ বেগ এত কম হইয়া যায় যে, তখন সরু বালু টানিয়া আনিবার শক্তি তাহার আদৌ থাকে না। সুতরাং ছাঁকনীর চারিদিকে ৩০′ ফুটের মধ্যে ঐ বেগের শক্তি অনুযায়ী বালুকণাগুলি সন্নিবেশিত হইয়া থাকে। অর্থাৎ ছাঁকনীর গায় স্তরের সব চেয়ে মোটাবালু আসিয়া লাগে, তারপর তাহার চেয়ে সরু বালু, তারপর তার চেয়ে আরও সরু বালু, এইভাবে প্রথমে মোটা তারপর ক্রমান্বয়ে সরু বালুকণা সন্নিবেশিত হইয়া থাকে।

"ক" মোটা বালুর গর্ত্ত
(cavity of coarse sand)
"খ" ও "গ" দূরের অনালোড়িত স্তর
(undisturbed sub-soil)

পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, বালু যত মোটা হইবে,

তাহার ভিতর তত বেশী ফাঁক থাকিবে, এবং তজ্জন্য উহার ভিতর দিয়া জলপ্রবেশের পথও সুগম হইবে। সুতরাং জল সরবরাহও বেশী হইবে। এই কারণে বালু হইতে কঙ্করের ভিতর দিয়া বেশী পরিমাণে জল আসিতে পারে। অতএব ছাঁকনীর চতুষ্পার্শ্বে ঐ ভাবে মোটা বালুকণাগুলি সন্নিবেশিত হওয়ায়, ছাঁকনীর ভিতরে অনায়াসেই বেশী পরিমাণে জল আসিতে পারে। ছাঁকনীর চারিদিকে ৩০′ ফুটের মধ্যের স্তরের বালুর ভিতরকার সরু কণাগুলি জলের সহিত উপরে উঠিয়া যাওয়ায়, ঐ স্থানের মোটা বালুগুলি পূর্ব্বকথিত প্রকারে সন্নিবেশিত হয়, তজ্জন্য উহার মধ্যের ফাঁকও পূর্ব্বের চেয়ে অনেক বেশী থাকে। ছাঁকনীর চতুষ্পার্শ্বের এই মোটা বালুকণাপূর্ণ স্থানকে "মোটা বালুর গর্ত্ত" (Cavity of coarse sand) বলা হইয়া থাকে।

জলের গর্ত্ত

(Pocket of clear water)

পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, পাম্প চলিতে থাকিলে ছাঁকনীর চতুষ্পার্শ্বের স্তর ধৌত হইয়া সূক্ষ্মকণা সমূহ উপরে উঠিয়া আসে এবং অপেক্ষাকৃত মোটা কণাগুলি থাকিয়া যায়। সূক্ষ্মকণাগুলি চলিয়া যাওয়ায় এই মোটা কণাগুলির মধ্যে কিঞ্চিৎ ফাঁক থাকিয়া যায়; সেইজন্য ইহাকে cavity বলা হইয়াছে। যে সব স্থানে স্তরে খুব মোটা বালু অথবা কঙ্কর, মিশ্রিত অবস্থায় পাওয়া যায়, সেখানে শক্তিশালী পাম্পের সাহায্যে পাম্প করিলে, সরু কণা সমূহ উপরে উঠিয়া নলের নীচে একটী পরিষ্কার জলময় স্থানের সৃষ্টি করে, তাহাকে পকেট (pocket) বলা হয়। এরূপ স্থলে ছাঁকনীর আবশ্যক হয় না।

মোটা দানা বালুর স্তরেও এইরূপ গর্ত্ত বা পকেট তৈরী করা চলে। মোটা বালুর স্তরে নল বসাইয়া শক্তিশালী পাম্পদ্বারা বহুক্ষণ পাম্প করিলে, স্তরের সরু বালু জলের সহিত উপরে উঠিয়া গিয়া সছিদ্র নলের চতুষ্পার্শ্বে জলময় একটী গর্ত্তের (cavity) সৃষ্টি করে। এরূপ স্থলেও ছাঁকনীর প্রয়োজন হয় না। শুধু নলকূপের নলের নিম্নভাগে কতকটা স্থানে ছিদ্র করিয়া দিতে হয়।

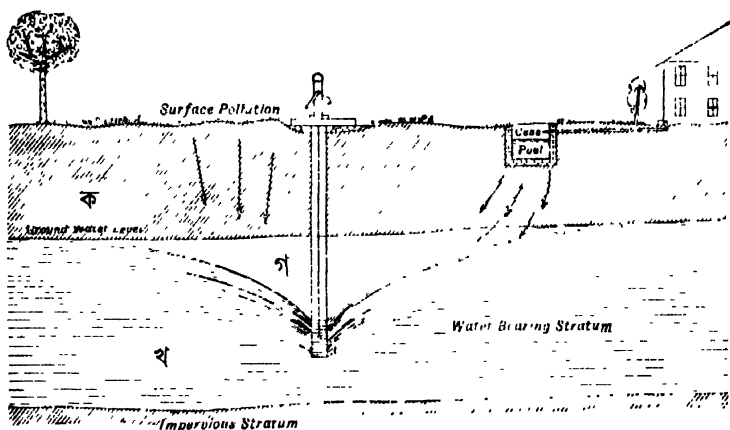
ডিপ্লিসন্ কোন্

(Depletion cone)

পাম্প করার সময় যখন বেগে জল আসিতে থাকে, তখন ছাঁকনীর উপরে কলার মোচার মত একটী "কোণের" (cone) সৃষ্টি হয়। উহার ভিতরটায় জল থাকে না। ঐ কল্পিত মোচার গা দিয়া জল আসিতে থাকে। উহাতে বক্র লাইনের সৃষ্টি হয়। প্রায় ২৫০' ফুট দূরে ঐ বাঁকা লাইন অনেক সোজা হয় (horizontal) এবং ৩০০' ফুট দূরে ঐ লাইন একেবারে সোজা (horizontal) থাকে। সুতরাং উহাদ্বারা ইহাই প্রমাণিত হয় যে, ছাঁকনীর নিকটে পাম্পের যে টানের শক্তিতে ডিপ্লিসন কোনের সৃষ্টি হয়, ৩০০' ফুট দূরে ঐ টানের আর ততটা জোর থাকেনা। তজ্জন্য ৩০০' ফুট দূরে লাইন একেবারে সোজা বা সমান থাকে।

অতএব ছোট ছোট নলকূপগুলি একটা হইতে আর একটা ৪০০'।৫০০' ফুট দূরে বসাইলে, জলের পরিমাণ কমিবার আর কোন সম্ভাবনা থাকে না।

কয়েক বৎসর নলকূপ ব্যবহার করার পর এই বক্র লাইনগুলি ক্রমান্বয়ে সোজা হইয়া আসে, যে পর্য্যন্ত না এই ডিপ্লিসন্ "কোণ" হাইড্রলিক গ্র্যাডিয়েণ্ট (Hydraulic

gradient) এর সহিত একত্রিত হইয়া যায়। এবং এই বাঁকা লাইনগুলি সোজা হওয়ায় নলকূপের জলের পরিমাণ

(ক) বালুর স্তর, (খ) জল আসিবার রেখা ও
(গ) ডিপ্লিসন্ কোন্ (Depletion cone)

কিছু কমিয়া যায়। কিন্তু এই লাইনগুলির সোজা হওয়ার একটা সীমা আছে: সেই সীমায় পৌঁছিলে জল আর কমে না।

—

নলকূপের স্থায়ীত্ব

নলকূপের তিনটী অংশ ১। নল, ২। ছাঁকনী, ৩। পাম্প।

নলকূপের স্থায়ীত্ব সম্পূর্ণ নির্ভর করে জমির অবস্থার উপর। যদি ভাল জমির ভিতর দিয়া নল প্রোথিত করা হয়, তবে উহা ১৫।২০ বৎসর স্থায়ী হইতে পারে। কিন্তু যদি কোন লবণাক্ত বা এইরূপ কোন জমির ভিতর দিয়া যায়, তবে নলগুলি ৫ বৎসরও স্থায়ী হয় না। সুতরাং নলকূপ বসানের সময় ভাল করিয়া স্তরগুলি পরীক্ষা করিলে নলকূপের স্থায়ীত্ব সম্বন্ধে অনেকটা বোঝা যায়। ঝাঁঝরী বা ছাঁকনী, নলের পূর্ব্বে নষ্ট হওয়ার কোন কারণ নাই। তবে ছাঁকনীর ছিদ্রগুলি অনেক সময়ে নানা কারণে বন্ধ হইতে পারে। তখন উল্টাচাপ (back washing) দিয়া ছাঁকনীটীকে ধুইয়া পরিষ্কার করিয়া দিলেই চলে। অনেক সময় নীচে এক রকম আঠালো বালু (sticky sand) দেখা যায়, এগুলি ছাঁকনীর গায়ে সিমেণ্টের মত শক্ত হইয়া লাগিয়া যায়। তখন ছাঁকনী তুলিয়া ফেলিয়া পরিষ্কার করা ব্যতীত আর কোন উপায় থাকে না।

পূর্ব্বেই বলিয়াছি, এইরূপ স্তরে ছাঁকনী বসান আদৌ সঙ্গত নয়। কেননা ঐ প্রকার বালুর স্তরে ভাল জল কখনও

পাওয়া যায় না। পাম্পের মধ্যে নষ্ট হওয়ার মত বিশেষ কিছু থাকে না। পিষ্টন রড (Piston Rod) বাকেট ও ওয়াশার (Bucket & washer) এগুলি খারাপ হইলে সহজেই বদলাইয়া দেওয়া চলে।

পাম্প মেরামত সম্বন্ধে পরে সবিশেষ বলা হইবে।

সুতরাং দেখা যাইতেছে যে, নলকূপের স্থায়ীত্ব সম্বন্ধে স্তরের মাটি ও বালু ভাল করিয়া পরীক্ষা করিলেই অনেকটা সঠিকভাবে বলা যায়। তবে সাধারণতঃ ১৫ হইতে ২০ বৎসর পর্য্যন্ত নলকূপ স্থায়ী হয় বলিয়াই ধরিয়া লওয়া হয়।

পাম্প মেরামত

অনেক সময় দেখা যায়, নলকূপের অন্য কোন দোষ না থাকিলেও, পাম্পের সামান্য কোন মেরামতের অভাবে পাম্পে জল ধরে না, তজ্জন্য নলকূপটী অকর্ম্মণ্য অবস্থায় পড়িয়া আছে। সাধারণ লোকে ইহা বুঝিতে পারে না; তাহারা মনে করে নলকূপ খারাপ হইয়া গিয়াছে। এবং এই বলিয়া মন্তব্য প্রকাশ করে যে, "নলকূপ কোনও কাজের নয়, উহার চেয়ে সাধারণ কূপ, পুষ্করিণী প্রভৃতিই ভাল।" মিস্ত্রীরাও গৃহকর্ত্তাকে এই পাম্প মেরামতের সম্বন্ধে কোন কিছু উপদেশ দিয়া আসে না। "নলকূপে জল তুলিয়া দেখাইয়া দিতে

পারিলেই, তাহাদের কর্ত্তব্য শেষ হইল।" ইহাই মিস্ত্রীরা মনে করিয়া থাকে। পাম্পের কোন্ কোন্ অংশ খারাপ হইতে পারে এবং কি ভাবে, এবং কি উপায়ে উহা মেরামত করিতে হয়, এসম্বন্ধে গৃহকর্ত্তাকে মিস্ত্রীদের সবিশেষ বুঝাইয়া দেওয়া উচিত। তাহা হইলে, পাম্পের সামান্য মেরামতের অভাবে, নলকূপ অকর্ম্মণ্য হইয়া থাকিতে পারে না, এবং তজ্জন্য লোকও নলকূপের প্রতি আস্থাহীন হইতে পারে না। আজকাল ইউনিয়ন বোর্ড হইতে পল্লী অঞ্চলে অনেক নলকূপ দেওয়া হইতেছে; তজ্জন্য এই সব ইউনিয়ন বোর্ডে মেরামতের যন্ত্রপাতিও সব রাখে। সুতরাং পাম্প মেরামত করার বিষয় জানা থাকিলে, অনায়াসেই নিজেরা উহা করিয়া লইতে পারে।

পাম্পের তিনটী জিনিষ সাধারণতঃ নষ্ট হইয়া থাকে।

১। পিষ্টন রড্ (Piston Rod)। ইহা ১॥, ২ বৎসরের কমে বড় একটা খারাপ হয় না। ইহার মূল্য ১৲ টাকার উর্দ্ধে নয়। সুতরাং ১টী পূর্ব্ব হইতেই ক্রয় করিয়া রাখা ভাল।

২। বাকেট (Bucket)। ইহা সাধারণতঃ ৬ মাস কি এক বৎসরে ক্ষয় হইয়া যায়। এটী খারাপ হইলে, নূতন একটী লাগাইয়া দিতে হয়। সুতরাং নূতন একটী পূর্ব্ব হইতেই ঘরে রাখিয়া দেওয়া উচিত্।

৩। ওয়াশার ও ভাল্ভ্ (Washer & Valve)।

ইহা খারাপ হইলেও নূতন একটা লাগাইয়া দিতে হয়। অতএব একটা পূর্ব্ব হইতেই ক্রয় করিয়া রাখা উচিত। এতদ্ব্যতীত দুই একটা নাট্ বোল্ট ভাঙ্গিতে পারে, সেগুলি মেরামত করাও অতি সহজ।

মেরামতের যন্ত্র লাগে—স্ক্রু রেঞ্চ ও পাইপ রেঞ্চ দুই খানা। একটু দেখিয়া লইলে যে কোন লোকে উহা মেরামত করিতে পারে।

সতর্কতা

(Important Notes & Caution)

১। (ক) পাইপ জুড়িবার সময় সর্ব্বদা মনে রাখিতে হইবে যে, ভিতরে কোনরূপ ফাঁক না থাকে। তজ্জন্য পাইপ জুড়িবার সময়ে রং এবং প্রয়োজন হইলে পাট সকেটের ভিতর দিতে হয়।

(খ) পাইপ জুড়িবার সময় আর একটী বিষয় লক্ষ্য করিতে হইবে যাহাতে, পাইপ দুইটী সকেটের মধ্যস্থলে আসিয়া মুখে মুখে ঠেকিয়া যায়। এই জন্য পাইপের গায়ে একটু বেশী পেঁচ কাটিয়া লইতে হয়।

২। নলটি প্রোথিত করার সময় বিশেষ দৃষ্টি রাখিতে হইবে, যাহাতে উহা ঠিক সোজাভাবে নিম্নে বসিয়া যায়

এবং কোনপ্রকারে যাহাতে বাঁকিয়া না যায়। উপরে সামান্য একটু বাঁকিলে, যত নীচে যাইতে থাকিবে, ততই নলটী বেশী বাঁকিতে থাকিবে। শেষে হয়ত এমনভাবে নলটী বাঁকিয়া যাইতে পারে, যাহাতে উহা উঠাইয়া ফেলা ব্যতীত আর কোন পথ থাকে না। ৫০′ ফুটের মধ্যে ½″ ইঞ্চি পরিমাণ বাঁকিলে কোন ক্ষতি হয় না; কিন্তু তার বেশী বাঁকিয়া গেলেই ভয়ানক অসুবিধার সৃষ্টি হয়।

৩। রোটারী প্রথায় অর্থাৎ চক্রাকারে ঘুরাইয়া ঘুরাইয়া যখন নল বসান হয়, তখন ঘড়ির মত ঠিক এক ভাবে ঘুরাইয়া নলটিকে বসাইতে হয়। "একবার এদিক, আরবার ওদিক" এমন ভাবে ঘুরাইলে নলের জোড় খুলিয়া যাইতে পারে; সুতরাং এবিষয়ে বিশেষ সাবধান থাকা উচিত।

৪। খননের সময়, "কত ফুট খনন করা হইল এবং কোন্ স্তরে কত ফুট নিম্নে কেমন বালু পাওয়া গেল, ইহার একটী হিসাব কাগজে সঠিকভাবে লিখিয়া রাখা উচিত; নচেৎ অনেক সময় বিভ্রাটে পড়িতে হয়।

৫। বাহিরের আবরণী নল ব্যতীত স্লাজার প্রথায় যখন নলকূপ বসান হয়, তখন অনেক সময় পাড় ঠিক রাখার জন্য আঠালো মাটি বা গোময় গর্ত্তের মধ্যে ঢালিয়া দেওয়া হয়। উক্ত মাটি ও গোময়ের এবং উপর হইতে দেওয়া জলের সহিত অনেক সময় অনেক বীজাণু থাকে। উক্ত বীজাণু

স্তরের বালুর মধ্যে ছড়াইয়া পড়ে। তখন ক্রমান্বয়ে ২।৩ দিন পাম্প করিয়া জল তুলিয়া ফেলিতে হয়; এবং অনেক সময় ব্লিচিং পাউডারও নলের ভিতর দিতে হয়, উহাতে বীজাণু ধ্বংস হইয়া যায়।

৬। খনন করার সময় যদি হঠাৎ নলটী নীচে পড়িয়া যায়, তখন অন্য একটী নলের মাথায় একটী সকেট জুড়িয়া, ঐ সকেটযুক্ত নলটী নীচে নামাইয়া দিয়া নীচের নলটীর সঙ্গে ঠেকাইয়া আস্তে আস্তে ঘুরাইতে হয়। এইরূপ করায় সকেটটী ধীরে ধীরে নীচের নলটীর উপরকার পেঁচের সহিত আঁটিয়া যায়। তখন উপর হইতে জ্যাক দ্বারা বা অন্যভাবে টানিলেই নীচের নলটী আস্তে আস্তে উপরে উঠিয়া আসে।

৭। ফাটল (Fissure) ঃ—যখন জলস্রোত দ্বারা খনন করা হয়, তখন নীচে কোনরূপ ফাটল থাকিলে, সম্পূর্ণ জল সেই ফাটলের ভিতর চলিয়া যায়। ঐ ফাটল কোনপ্রকারে বন্ধ করিতে না পারিলে, ঐ স্থানে "বোর" (Bore) করা অসম্ভব হইয়া দাঁড়ায়। তখন বালু ও সিমেণ্ট মিশাইয়া অথবা অবস্থাভেদে সিমেণ্টের সহিত আরও কিছু মিশাইয়া, নলের ভিতর ঢালিয়া দিয়া, ঐ ফাটল বন্ধ করার চেষ্টা করিতে হয়। ঐরূপ ভাবে ফাটল আংশিক ভাবে বন্ধ হইলে, তাড়াতাড়ি খনন করিয়া ঐ স্থান অতিক্রম করার চেষ্টা করিতে হয়। জলবাহী স্তরেও অনেক সময়ে অত্যধিক

জল টানে। কিন্তু জল-বাহী স্তরের জল শোষণ এবং ফাটলের জল শোষণ সম্পূর্ণ বিভিন্ন রকমের।

৮। স্তরের অবস্থা বুঝিয়া অনেক সময়ে কাটার (Cutter) বদলাইতে হয়। নীচে এক এক সময় এমন শক্ত মাটি, চুণা পাথর, অথবা বেলে পাথর পড়ে যে, তাহা সাধারণ কাটার দ্বারা ভেদ করা যায় না। সুতরাং তখন অন্য রকমের কাটার লাগাইয়া খনন করিতে হয়। অতএব বোর (bore) করার সময়, নানা প্রকারের কাটার সঙ্গে রাখা উচিত।

৯। পাম্প করিয়া ও উল্টা চাপ দিয়া নলকূপ উত্তমরূপে ধৌত করা উচিত। নতুবা যে সব স্থানে বাহিরের আবরণী নল ব্যতীত (Without outer Casing) নলকূপ বসান হয়, সে সব স্থানে ছাঁকনী বন্ধ হইয়া যাওয়ার বিশেষ সম্ভাবনা থাকে। সুতরাং এবিষয়ে বিশেষ অবহিত হওয়া উচিত।

বালু-পরীক্ষ

বালু-পরীক্ষা অত্যন্ত কঠিন। কিন্তু ইহা অতীব প্রয়োজনীয়। যাহাদের বালু সম্বন্ধে বিশেষ অভিজ্ঞতা না থাকে তাহাদের দ্বারা কখনও নলকূপ বসান উচিত নয়। মিস্ত্রী যদি স্তরের বালু ভালরূপ চিনিতে ও বুঝিতে না পারে, তবে "স্তরে জল কেমন হইবে" তাহা সে বুঝিবে কেমন করিয়া। কেননা স্তরের বালুর প্রকৃতির উপরেই জলের গুণাগুণ নির্ভর করে।

স্তরের বালুর সহিত যদি লৌহ বা লৌহ-ঘটিত যৌগিক পদার্থ বেশী পরিমাণে মিশ্রিত থাকে তবে সেই স্তরের জলেও লোহার ভাগ বেশী হইয়া থাকে।

তদ্রূপ স্তরের বালুতে যদি ঝিনুক, শামুক, গুগ্লি প্রভৃতির খোলসের টুকরা অথবা অন্যান্য চূণ জাতীয় পদার্থ (calcareous matters) অধিক পরিমাণে মিশ্রিত থাকে, তবে সেই স্তরের জলেও চূণ (calcium) বেশী হইতে দেখা যায়।

বালু ও তৎসহ মিশ্রিত অন্যান্য পদার্থের কণাগুলি অত্যন্ত ক্ষুদ্র। তজ্জন্য শুধু চোখে (bare eye) বালু দেখিয়া পরীক্ষা করা অত্যন্ত কঠিন। একখানা ম্যাগনিফাইং কাঁচ (magnifying glass) হইলেই ভাল হয়। কারণ এই কাঁচ দ্বারা ক্ষুদ্র জিনিষকেও বৃহৎ দেখায়।

বালু নানাবর্ণের হইয়া থাকে। তন্মধ্যে পিঙ্গল (brownish) এবং ধূসর (gray) বর্ণের বালুই বেশী দেখা যায়। বালুর সহিত, কাল, সাদা প্রভৃতি নানাবর্ণের পদার্থ মিশ্রিত থাকে। এই পদার্থগুলিকে ভালরূপে চিনিবার ও বুঝিবার জন্যই বালু পরীক্ষা করিতে হয়।

জল-শূন্য (dry process) খননে বালু অবিকৃত অবস্থায় উপরে উঠিয়া আসে, তজ্জন্য নির্ভুল ভাবে উহা পরীক্ষা করা যায়। কিন্তু যেখানে জলদ্বারা (wet-process) খনন করা হয়, সেখানে বালু জলের সহিত মিশিয়া একটু বিকৃত হইয়া পড়ে, সুতরাং উহা একেবারে সঠিক্‌ভাবে পরীক্ষা করা চলে না। এই কারণে ঐ ভিজা বালু একটু শুকাইয়া লইয়া পরীক্ষা করিতে হয়।

বালুর সহিত মিশ্রিত "**কাল রংএর পদার্থ।**" হর্ণব্লেণ্ড (Horn blende) প্রভৃতি কাল রংএর পাথর কণা ব্যতীত কাল বর্ণের অন্যান্য পদার্থগুলি সাধারণতঃ চারি প্রকারের হওয়া সম্ভব।

১। লৌহ বা লৌহ-ঘটিত যৌগিক পদার্থ। (Iron in free state or in Compounds).

২। তাম্র বা তাম্র-ঘটিত যৌগিক পদার্থ। (Copper in free state or in Compounds).

৩। জৈব পদার্থ (Organic matters).

৪। সময়ে সময়ে কাল-মাঙ্গল ও (black

manganese) নানা-প্রকারে বালুর সহিত মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়।

নিম্নলিখিত প্রকারে রাসায়নিক পরীক্ষা দ্বারা ঐ সব পদার্থগুলি চিনিতে ও জানিতে পারা যায়।

১। বালুর সহিত কিয়ৎপরিমাণে হাইড্রোক্লোরিক এসিড্ (strong Hydrochloric Acid) মিশাইয়া, তৎপর উহার সহিত কিছু জল মিশাইতে হয়। তারপর উহার সহিত "এমোনিয়াম্ সালফো সাইনাইড্" (Ammonium Sulpho-cyanide) মিশাইলে, যদি উহা রক্তের মত লাল হয়, তবে বুঝিতে হইবে, কাল-পদার্থগুলি লোহা অথবা লৌহ-ঘটিত কোন যৌগিক পদার্থ। বালুর মধ্যে একখণ্ড "চুম্বক" ধরিলে, যদি কাল কণাগুলি চুম্বকে লাগে, তবে বুঝিতে হইবে, ঐগুলি লৌহকণা (Iron in free state)।

২। বালুর সহিত উগ্র হাইড্রোক্লোরিক এসিড (strong Hydrochloric Acid) অথবা উগ্র সালফিউরিক এসিড্ (strong sulphuric Acid) মিশাইলে, যদি এসিডের রং সবুজ হয়, তবে বুঝিতে হইবে, ঐ কাল কণাগুলি তাম্র অথবা তাম্র-ঘটিত কোন যৌগিক পদার্থ।

৩। জৈব পদার্থ (organic impurities) জৈব পদার্থ আগুনে পুড়িয়া যায়। কিন্তু উহার সহিত কোন ধাতব-পদার্থ মিশ্রিত থাকিলে, উহা আর আগুনে পোড়ে না।

কিন্তু উক্ত প্রকারে রাসায়নিক পরীক্ষা দ্বারা বালু চেনা সাধারণ মিস্ত্রীদের পক্ষে একরূপ অসম্ভব। বিশেষত পল্লী অঞ্চলে এভাবে বালু-পরীক্ষা করা আদৌ সম্ভব নয়।

অতএব তাহাদিগকে ম্যাগনিফাইং কাঁচের সাহায্যে ও অন্যান্য ভাবে বালু পরীক্ষা করিতে হয়। রাসায়নিক পরীক্ষা ব্যতীত, অন্য কোন্ কোন্ সহজ উপায়ে বালু পরীক্ষা চলে, তাহাই এখন বলা হইতেছে। তামা বঙ্গদেশে বড় একটা দেখা যায় না। সুতরাং কাল কণাগুলি যদি চুম্বকে না ধরে, অথবা আগুনে না পোড়ে, তবে বুঝিতে হইবে ওগুলি লৌহ বা অন্য কোন ধাতু-ঘটিত যৌগিক পদার্থ। কাল-পাথরের কণা এবং জৈব পদার্থগুলির আকারের বিশেষত্ব ম্যাগনিফাইং কাঁচ সাহায্যে বেশ চেনা ও বোঝা যায়।

সাদা রংএর পদার্থ

শামুক, ঝিনুক, গুগ্‌লি প্রভৃতির খোলা, অভ্র ইত্যাদি ম্যাগনিফাইং কাঁচ সাহায্যেই অনায়াসে চেনা যায়।

অভ্র অত্যন্ত হাল্‌কা। তজ্জন্য উহা জলের উপর ভাসিতে থাকে। কিন্তু শামুক ঝিনুক গুগ্‌লি প্রভৃতির খোলা অভ্রের চেয়ে পুরু ও ভারী বলিয়া এগুলি জলে ভাসে না।

অভ্র এবং ঝিনুক, শামুক প্রভৃতির খোলার ঔজ্জ্বল্যও বিভিন্ন প্রকারের।

ঐ সব খোলা বালুর সহিত বেশী পরিমাণে মিশ্রিত থাকিলে ঐ স্তরের জলে সাধারণতঃ ক্যালসিয়াম (calcium) বেশী হইতে দেখা যায়।

নানাবর্ণের অভ্র আছে। কিন্তু অভ্রের যে কোন রং হউক না কেন, উহা ম্যাগনিফাইং কাঁচ দ্বারা অনায়াসে চেনা যায় এবং জলে ফেলিলে ভাসিয়া উঠে।

কোয়ার্টজ্ ও অন্যান্য প্রস্তরও নানা রকম বর্ণের আছে। তজ্জন্য বালুও নানা বর্ণের দেখা যায়। যথা হলুদ, পিঙ্গল বা বাদামী, ধূসর, সাদা ইত্যাদি।

হর্ণ ব্লেণ্ড :—(Black grains neither flaked nor shiny) হর্ণ ব্লেণ্ডের কাল কণাগুলি স্তরপূর্ণ বা উজ্জ্বল হয় না।

লৌহ

ইহা বালুর সহিত সাধারণতঃ দুই প্রকারে দুই রকম বর্ণে মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়।

১। জৈব পদার্থের (organic impurities) সহিত যখন লৌহ মিশ্রিত হয়, তখন উহার রং কাল হইয়া থাকে।

২। প্রস্তর বা মাটীর সহিত যখন লৌহ মিশ্রিত হয়, তখন উহা বাদামী বর্ণের হইয়া থাকে। লৌহ মিশ্রিত থাকার ফলেই মাটীর রং বাদামী হইয়া থাকে।

লৌহ প্রস্তর অথবা লৌহ যখন জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে আসে, তখন বায়ু মধ্যস্থিত অক্সিজেন (oxygen) লোহার সহিত মিশিয়া (forming ferri oxide) উহাকে বৰ্দ্ধিত করে। এবং ঐ ভাবে বৰ্দ্ধিত হওয়ার ফলে, উক্ত লৌহ-প্রস্তর খণ্ড বিখণ্ড হইয়া ভাঙ্গিয়া পড়ে।

শুধু লৌহ-প্রস্তর নয়, সর্ব্ব প্রকার প্রস্তরই এই ভাবে অক্সিডিয়েসন্ (oxidiation) দ্বারা খণ্ড বিখণ্ড হইয়া ভাঙ্গিয়া থাকে। এবং ইহাকেই ব্যাত্যা-বৃষ্টি দ্বারা প্রস্তর বিচূর্ণন বলে (weathering of rocks)।

এই অক্সিডিয়েসনের ফলে ঐ লৌহ অথবা লৌহ-প্রস্তর বাদামী রংএর হইয়া যায়।

এই বাদামী রংএর লৌহ-ঘটিত পদার্থ, ধূসর বর্ণের বালুর ভিতর হইতে চেনা যেমন সহজ, পিঙ্গল বর্ণের বালুর ভিতর হইতে চেনা তেমনই কঠিন।

পিঙ্গল বর্ণের বালু

পিঙ্গল বর্ণের বালু আবার দুই রকমের দেখা যায়। গাঢ় এবং হাল্‌কা রংএর। (deep and light)। গাঢ় অথবা লাল আভাযুক্ত পিঙ্গল বর্ণের বালুর স্তরের জল, হাল্‌কা অথবা ঈষৎ হলুদ রংএর বালুর স্তরের জল হইতে প্রায়শই একটু বেশী লোহাটে হইতে দেখা যায়। পিঙ্গল

বর্ণের বালুর মধ্যেও অহিতকারী অন্যান্য পদার্থ মিশ্রিত থাকিতে পারে। সুতরাং এই বালুও ভাল করিয়া পরীক্ষা করা উচিত।

এই রংএর বালুর ভিতরকার সাদা ও কাল পদার্থগুলি চেনা খুব সহজ। কিন্তু বাদামী রংএর লৌহ প্রস্তর কণাগুলি চেনা বেশ কষ্টকর।

ঈষৎ পিঙ্গল বর্ণের বালুর ভিতরকার লৌহ মিশ্রিত বাদামী কণাগুলিও বোঝা তেমন কঠিন নয়। ঈষৎ পিঙ্গল বর্ণের অথবা হলুদ আভাযুক্ত বালুর ভিতর লৌহ-ঘটিত পদার্থ কম দৃষ্ট হয়। তজ্জন্য এই প্রকার বালুর স্তরে সুন্দর জল পাওয়া যায়। যেখানে স্বর্ণখনি থাকে, সেখানকার বালুর স্তরেও অনেক স্বর্ণরেণু দৃষ্ট হয়। ঐ সব স্বর্ণরেণু নদ, নদী কর্ত্তৃক বাহিত হইয়া দূরে নীত হয়।

যে স্তরের বালুতে স্বর্ণরেণু মিশ্রিত থাকে, সেই স্তরে ছাঁকনী বসাইতে পারিলে অমৃতের ন্যায় মহোপকারী জল পাওয়া যাইতে পারে।

ধূসর বর্ণের বালু

পদ্মা-নদীর বালু ধূসর বর্ণের। কোয়ার্টজ্, অভ্র এবং হর্নব্লেণ্ডের কণাই এই বালুর মধ্যে বেশীর ভাগ মিশ্রিত থাকে। তদ্ব্যতীত শামুক, ঝিনুক, গুগলী প্রভৃতির খোলাও থাকে। কাল রংএর জৈব পদার্থ, এবং লৌহ মিশ্রিত

জৈব পদার্থ, এবং সময় সময় কাল মাঙ্গল (black manganese)ও মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়।

যদি কালবর্ণের পদার্থগুলি অধিক পরিমাণে মিশ্রিত থাকে, তবে বালুর রংও একটু কাল হইয়া থাকে। এই প্রকার বালুর স্তরের জলে প্রায়শই লোহার ভাগ বেশী হইতে দেখা যায়। এবং এই স্তরের জলে অনেক সময় জৈব দূষিত পদার্থও লক্ষিত হয়। সুতরাং এই রকম স্তরে ভাল জল পাওয়ার সম্ভাবনা কম।

যদি অভ্র, অথবা ঝিনুক, শামুক প্রভৃতির খোসা বেশী পরিমাণে মিশ্রিত থাকে, তবে বালু সাদা দেখায়। এই প্রকার বালুর স্তরে যে জল পাওয়া যায়, তাহাতে ক্যাল-সিয়াম, ম্যাগনেসিয়ামের (calcium & magnesium) পরিমাণ বেশী হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

আঁঠাল বালু (Sticky Sand)

এই জাতীয় বালু হাতে লইলে বেশ আঠা আঠা লাগে। কিন্তু বালু শুষ্ক হইলে এই আঠালভাব আর থাকে না।

সুতরাং বালু উঠামাত্র হাতে লইয়া উহা পরীক্ষা করিতে হয়। অনেক সময় দেখা যায় রাসায়নিক পরীক্ষায় বালু বেশ ভাল বলিয়া প্রমাণিত হইল, কিন্তু ঐ স্তরে ছাঁকনী বসাইয়া আশানুরূপ জল পাওয়া গেল না। ইহার কারণ

এই যে, ঐ বালুতে এমন কিছু মিশ্রিত আছে, যাহা রাসায়নিক পরীক্ষায়ও ধরা যায় না। অতএব সব সময় রাসায়নিক পরীক্ষার উপর নির্ভর করা চলে না।

এই আঠাল বালুর স্তরে ছাঁকনী বসাইলে কদাচ ভাল জল পাওয়া যায় না। অধিকন্তু ছাঁকনীটিও অতিসত্বর নষ্ট হইয়া যায়। ছাঁকনী তুলিয়া ফেলিলে দেখা যায়, ছাঁকনীর গায়ে সিমেণ্টের মত এক প্রকার জিনিষ লাগিয়া আছে। এবং ঐ সিমেণ্টের মত জিনিষটীর দ্বারা ছাঁকনীর ছিদ্রগুলি বন্ধ হইয়া গিয়াছে।

এই আঠাল বালুর স্তরের জলেও অধিকাংশ সময় লোহার ভাগ বেশী হইতে দেখা যায়। ঐ ভাবে ছাঁকনীটী বন্ধ হইলে, উহা আগুনে পোড়াইয়া, কোন শক্ত জিনিষ দ্বারা উহার গায়ের সিমেণ্টের মত পদার্থ তুলিয়া ফেলিতে হয়। কিন্তু উহাতেও অনেক সময় কোন ফলোদয় হয় না। কেননা, ছাঁকনীর ভিতরের জিনিষ এইভাবে তোলা সম্ভব নয়। এবং ঐ সিমেণ্টের মত আঠাল পদার্থ তুলিবার সময়ও ছাঁকনী নষ্ট হইয়া যায়।

সুতরাং এইরূপ বালুর স্তরে কখনও ছাঁকনী বসান সঙ্গত নয়।

স্লাজার প্রণালীতে নলকূপ বসানের সময় পার ঠিক রাখার জন্য কখন কখনও উপর হইতে আঠাল মাটি জলের সহিত গুলিয়া ঢালিয়া দিতে হয়। এবং অনেক

সময় আঠাল মাটী জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া উপর হইতে পাইপের চারিদিকের গর্ত্তের ভিতর দিয়া নিম্নে যাইয়া নিম্ন-স্তরের বালুর সহিত মিশিয়া, উহাকে কতকটা আঠাল করিয়া তোলে।

কাদা মিশ্রিত এই আঠাল বালু এবং পূর্ব্ব কথিত আঠাল বালু এক জিনিষ নয়। হাতে রগড়াইয়া, গন্ধ লইয়া, এবং রং দেখিয়া, এই দুই প্রকার বালুর বৈশিষ্ট্য অনায়াসে ধরা, ও বোঝা যায়।

গন্ধ দ্বারা বালু পরীক্ষা

গন্ধ-দ্বারাও অনেক সময় বালু পরীক্ষা করিতে হয়। বালু উপরে উঠাইয়া গন্ধ লইলে, অনেক সময় বিভিন্ন স্তরের বালুতে বিভিন্ন প্রকার গন্ধ পাওয়া যায়।

চূনা, আঁষ্টে, পচা, চাম্‌শে, টক, লোহাটে প্রভৃতি নানা-প্রকার গন্ধ বালুতে পাওয়া যায়।

কোনরূপ দুর্গন্ধযুক্ত বালুর স্তরে কখনও ছাঁকনী বসান সঙ্গত নয়। কেননা, ঐরূপ বালুস্তরে কখনও ভাল জল পাওয়া সম্ভবপর নয়। যে স্তরের বালুতে কোনরূপ গন্ধ নাই, সে স্তরে নিঃসন্দেহে ছাঁকনী বসান যাইতে পারে।

রসায়নাগারে পরীক্ষা করিয়াও যে বালু "নির্দ্দোষ" বলিয়া প্রতিপন্ন হয়, এমন বালুস্তরে ছাঁকনী বসাইয়াও

অনেক সময় ভাল জল পাওয়া যায় না। উহার কারণ এই যে, ঐ স্তরে বালুর সহিত এমন কিছু মিশ্রিত ছিল যাহা রসায়নাগারে পরীক্ষায়ও ধরা পড়ে নাই।

রসায়নাগারে কি ভাবে বালু পরীক্ষা করা হয়, সে সম্বন্ধে বর্ত্তমানে কিছু লেখা হইল না। বালু পরীক্ষা অত্যন্ত কঠিন। অথচ অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। শুধু বই পড়িয়া, ইহা সম্যক্‌রূপে উপলব্ধি করা সম্ভবপর নহে।

বিশেষজ্ঞের নিকট থাকিয়া, ও দেখিয়া শুনিয়া এ সব শিখিতে হয়।

জল পরীক্ষা

ছোট ছোট নলকূপের জল অন্ততঃ পক্ষে প্রথমে একবার পরীক্ষা করা আবশ্যক। কারণ জলের প্রকৃতি কেমন হয়, তাহা জানা বিশেষ দরকার।

বড় বড় নলকূপ ৭২ ঘণ্টা এবং ছোট ছোট নলকূপ অন্ততঃ পক্ষে ৬ ঘণ্টা পাম্প করিয়া নলকূপ ভাল করিয়া ধুইয়া পরিষ্কার করিয়া তারপর পরিষ্কৃত বোতলে ধরিয়া জল পরীক্ষার জন্য পাঠাইতে হয়।

জলের নমুনার সহিত নিম্নলিখিত বিষয়গুলির সন্ধান লইতে হয়।

১। নদী, পুষ্করিণী, কূপ বা নলকূপ ইত্যাদি জল সংগ্রহের উৎস (source)।

২। পারিপার্শ্বিক ও ৩০০'।৪০০' ফুটের মধ্যে কোনও পচা জলের আড়া, ডোবা, নর্দ্দমা, পায়খানা প্রভৃতি আছে কি না।

৩। কূপ বা নলকূপ হইলে, উহার ব্যাস, গভীরতা, প্রভৃতি সম্যক্‌রূপে লিখিয়া জানাইতে হয়। জল চার প্রকারে পরীক্ষা করা হইয়া থাকে।

(ক) প্রাকৃতিক (Physical)

(খ) রাসায়নিক (Chemical)

(গ) আণুবীক্ষণিক (Microscopic)

(ঘ) বীজাণু ঘটিত (Bacteriological)

জলের সহিত যে সমুদয় দূষিত পদার্থ মিশ্রিত থাকে সেগুলিকেও, সাধারণতঃ চারি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়া থাকে।

১। গ্যাস ২। খনিজ বা ধাতব ৩। জৈব ৪। উদ্ভিজ্জ। শেষোক্ত দুই প্রকার পদার্থকে একত্রে অরগ্যানিক পদার্থ (organic impurities) বলা হইয়া থাকে। এই অরগ্যানিক পদার্থের বিষয় পূর্ব্বেও কিছু কিছু বলা হইয়াছে।

১। **প্রাকৃতিক বিশ্লেষণ** (physical examination)

(ক) **বর্ণ** ঃ—২' ফুট উচ্চ একটী কাঁচের নলের ভিতর পাতন বা চুয়ান জল (distilled water) এবং আর

একটী ২′ ফুট উচ্চ কাঁচের নলের মধ্যে পরীক্ষা করিবার জল রাখিয়া উহাদের বর্ণ পরীক্ষা করিতে হয়। জলের রং যদি একটু **"নীল অথবা সবুজ"** আভাযুক্ত হয়, তবে বুঝিতে হইবে উহা বিশুদ্ধ।

জল যদি **"ঘোলাটে"** দেখায়, তবে বুঝিতে হইবে, উহার ভিতর "কাদা" অথবা নর্দ্দমা-সঞ্জাত কোন দূষিত পদার্থ মিশ্রিত আছে।

জলের বর্ণ যদি **"পিঙ্গল"** (reddish brown) দেখায়, তবে উহার ভিতর লৌহ মিশ্রিত আছে বলিয়া ধরিয়া লইতে হইবে।

জলের ভিতর লোহা থাকিলে, উহা বায়ু সংস্পর্শে আসিবামাত্র ঘোলাটে (Hazy) হইতে থাকে। এবং বেশী লোহা থাকিলে উহা ক্রমান্বয়ে পাটকিলে (brown) রং হইয়া যায়। এবং উহার কতকটা নীচে তলানি পড়িয়া গেলে, উপরকার জল আবার কিছু পরিষ্কার হইয়া যায়। *

যে জল একেবারে **"পাটকিলে"** রঙের হয়, উহাতে বেশী পরিমাণে লৌহ মিশ্রিত আছে বুঝিতে হইবে।

---

* Underground water charged with CO_2 attacks Ferro-magnesian minerals, such as, Mica, Hornblende, etc., dissolving the iron as Ferrous Hydro Carbonate Fe H_2 (CO_2). This is stable only in the absence of Oxygen and on reaching the surface, simultaneously loses its CO_2 and absorbs Oxygen from the air, forming Ferric Hydroxide Fe (OH_3).

জলের রং যদি **"কাল আভাযুক্ত"** দেখায়, তবে বুঝিতে হইবে, উহার ভিতর উদ্ভিজ্জ পদার্থ মিশ্রিত আছে।

"স্বচ্ছ ও উজ্জ্বল" জলে কার্ব্বন ডায়ক্সাইড (Co_2) ও বায়ু মিশ্রিত থাকে।

কাদা, পলি, অরগ্যানিক পদার্থ, বীজাণু প্রভৃতি মিশ্রিত থাকার ফলেই জলের রং ঘোলাটে হইয়া থাকে।

ঘোলাটে জল সন্দেহজনক (suspicious)। বিশেষরূপে পরীক্ষা না করিয়া কখনও ঘোলাটে জল পান করা উচিত নয়। সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ অথবা পাতন জল (distilled water) বর্ণ, স্বাদ এবং গন্ধবিহীন।

(খ) **স্বাদ** (Taste) ঃ—জল বেশী উত্তপ্ত হইলে বিস্বাদ হইয়া থাকে। আবার বরফের মত ঠাণ্ডা জলও অনেক সময়ে অহিতকর হয়।

সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ জল (chemically pure water) স্বাদ ও গন্ধবিহীন। ঐ জল যেমন বিস্বাদ তেমনি শরীরের পক্ষেও উপকারী নয়।

"গ্যাস" (gas) এবং কিয়ৎ পরিমাণে লবণ জাতীয় জিনিষের সংমিশ্রণে জল সুস্বাদু হইয়া থাকে। কিন্তু জলে যদি **লবণের স্বাদ** অনুভূত হয়, তবে বুঝিতে হইবে, ঐ জলে লবণ বেশী পরিমাণে মিশ্রিত আছে। ঐরূপ জল অপকারী।

"খর" জলে লবণ স্বাদ পাওয়া যায়। বিশুদ্ধ জল স্পর্শ করিলে নরম বা তলতলে (soft to touch) মনে হয়।

জলের স্বাদ যদি "**তিক্ত**" হয়, তবে বুঝিতে হইবে, উহার ভিতর ম্যাগনেসিয়াম্ সালফেট্ (magnesium sulphate) অধিক পরিমাণে মিশ্রিত আছে।

প্রতি গ্যালনে ½ গ্রেন অথবা ৩৫০,০০০ ভাগ জলের মধ্যে এক ভাগ লৌহ থাকিলে, জলে "**লোহাটে**" স্বাদ অনুভূত হয়।

প্রতি গ্যালন জলে ১০ হইতে ২৫ গ্রেণ চূণ (calcium) থাকিলে, জলে "**চূণা**" স্বাদ পাওয়া যায়।

প্রতি গ্যালনে ৭৫ গ্রেন লবণ (sodium chloride) না থাকিলে, জলে **লবণের স্বাদ** অনুভূত হয় না। এক গ্যালন জলে ৬০ গ্রেণ সোডা (sodium carbonate) না থাকিলে, জলে **সোডার** স্বাদ পাওয়া যায় না।

(এক গ্যালনে ১ গ্রেন অর্থ ১০০,০০০ এক লক্ষ ভাগের ১·৪৩ ভাগ এবং এক গ্যালনে /৫ পাঁচ সের হয়)।

(গ) **গন্ধ**ঃ—বিশুদ্ধ জল গন্ধবিহীন। জলে গন্ধ থাকাই আপত্তিজনক। জলের ভিতর আণুবীক্ষণিক উদ্ভিদ্ (Algæ) এবং বীজাণু (protozoa) থাকার জন্যই জলে গন্ধ পাওয়া যায়। ঐ সব উদ্ভিদ্ এবং বীজাণু পচিয়াই জলে দুর্গন্ধ হইয়া থাকে।

হাইড্রোজেন্ সালফাইড (Hydrogen sulphide) জলের সহিত মিশ্রিত থাকিলেও, জলে **দুর্গন্ধ** পাওয়া যায়।

দুর্গন্ধযুক্ত জল সর্ব্বদাই পরিত্যজ্য।

(ঘ) **ভাসমান পদার্থ** :—(suspended matters) জলের মধ্যে তিন প্রকারের ভাসমান পদার্থ থাকে।

১। খনিজ বা ধাতব। যথা, বালু, কাদা, খড়িমাটি ইত্যাদি।

২। উদ্ভিজ্জ (vegetable matter)। যথা, সুরাবীজ কিণ্ব, আণুবীক্ষণিক উদ্ভিদ্, তূলা, নানাপ্রকার খোসা ইত্যাদি।

৩। জৈব (Animal matter)। যথা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কীট, ক্রিমি, ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কীটাদির ধ্বংসাবশেষ, লোম, আঁইশ ইত্যাদি।

জলে ভাসমান পদার্থ থাকিলে, ঐ জল পরীক্ষা না করিয়া কখনও পান করা উচিত নয়।

কেননা দ্রবীভূত পদার্থ হইতে, ভাসমান পদার্থগুলি সমধিক সন্দেহাত্মক ও বিপজ্জনক।

রাসায়নিক বিশ্লেষণ

(Chemical examination)

খনিজ দূষিত পদার্থ

আগ্নেয় প্রস্তরের (granitic formation) ভিতর দিয়া যে জল আসে, উহার ভিতর খনিজ পদার্থ খুব কম থাকে। ঐরূপ ১ গ্যালন জলে ২ হইতে ৬ গ্রেণের বেশী ধাতব পদার্থ থাকে না।

কর্দ্দম-প্রস্তরের (clay-slate) ভিতরকার জলও বিশুদ্ধ হইয়া থাকে।

মিল ষ্টোনের (mill stone) জলেও প্রতি গ্যালনে ৪ হইতে ৮ গ্রেণের অধিক খনিজ পদার্থ থাকে না। (প্রধানতঃ ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম সালফেট্ ও কারবনেট্)

বালু প্রস্তরের (soft sand rock) জলে সাধারণতঃ প্রতি গ্যালনে ৩০ হইতে ৮০ গ্রেণ পর্য্যন্ত লবণ হইতে দেখা যায়।

(b) আল্‌গা বালু ও কঙ্করের (loose sand and gravel) স্তরের জলে কখন হয়ত, খনিজ পদার্থ থাকেও না, আবার কখন হয়ত, প্রতি গ্যালনে ৭০ গ্রেণ পর্য্যন্ত খনিজ জিনিষ, অরগ্যানিক পদার্থের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় থাকিতে দেখা যায়।

খড়ি বা চকের (chalk) জলে, গ্যালনে প্রায় ৭ হইতে ২০ গ্রেণ পর্য্যন্ত ক্যালসিয়াম কারবনেট্ হইতে দেখা যায়।

চূণা পাথর এবং ম্যাগনেসিয়াম চূণা পাথরের জলে ক্যালসিয়াম সালফেট ও কারবনেট্ বেশী হইয়া থাকে।

কর্দ্দমের ভিতরের জল, উপরকার কূপের জলের মতই হইয়া থাকে, সুতরাং আপত্তিজনক।

পলিপড়া স্থানের জলে নানা প্রকারের লবণজাতীয় জিনিষ যথা ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও সাধারণ লবণ অধিক পরিমাণে হইতে দেখা যায়।

আর্টেজিয়ান কূপের জল নানা রকমের হইয়া থাকে।

খর এবং মৃদুজল (Hard and Soft water)

নদী পুষ্করিণী প্রভৃতির জলে সাবান ঘষিলে ফেনা হয়। কিন্তু সব জলে ঐরূপ ফেনা হয় না, অথবা হইলেও খুব কম হয়।

আবার অনেক জলে ফেনা ত হয়ই না, অধিকন্তু সাবান হইতে গুড়া গুড়া বাহির হয়, ও সাবান নষ্ট হয়।

যে জলে সাবান ঘষিলে সহজেই ফেনা হয়, তাহাকে "মৃদুজল" এবং যে জলে সাবান ঘষিলে ফেনা আদৌ হয় না, অথবা খুব কম হয়, তাহাকে "খরজল" বলে।

"খরত্ব" (hardness) আবার দুই প্রকারের। "স্থায়ী" খর ও "অস্থায়ী" খর।

যে খরজল গরম করিলেও, উহার খরত্ব নষ্ট হয় না, তাহাকে "স্থায়ী" (permanent) এবং যে খরজল গরম করিলে, উহার খরত্ব দূর হইয়া যায়, তাহাকে "অস্থায়ী" (Temporary) খর বলে।

স্থায়ী খর

জলের সহিত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম্ ক্লোরাইড্‌স্ ও সালফেট্‌স্ (Chlorides and Sulphates of calcium and magnesium) মিশ্রিত থাকিলে, ঐ জলকে স্থায়ী খরজল বলা হয়। কেননা, ঐ জল গরম করিলেও উহার খরত্ব নষ্ট হয় না।

অস্থায়ী খর

ক্যালসিয়াম্ ও ম্যাগনেসিয়াম্ বাইকার্ব্বনেট্‌স্ (Bicarbonates of calcium & magnesium) জলের সহিত মিশ্রিত থাকিলে, উহাকে অস্থায়ী খরজল বলে। কারণ, এই্ জল গরম করিলে, অথবা উহার সহিত পরিমাণ মত চূণ মিশাইলে, উহার খরত্ব দূর হইয়া যায়।

১০° ডিগ্রি পর্য্যন্ত জলকে "মৃদু" জল বলা যাইতে পারে। ১০° হইতে ১৫° ডিগ্রি পর্য্যন্ত জলকে "মধ্যম খর" জল বলা হইয়া থাকে। ১৫° হইতে ২০° ডিগ্রি পর্য্যন্ত জলকে খরজল বলা হয়।

উহার অধিক খরজলকে "অত্যন্ত খর" বলা হইয়া থাকে।

অত্যন্ত খরজল গৃহকার্য্যে ব্যবহারের অনুপযোগী। পানের পক্ষে মধ্যম খরজলই বিশেষ উপযোগী এবং সুস্বাদু।

কল কারখানার জন্য মৃদুজলের প্রয়োজন।

জল অত্যন্ত খর হইলে, উহার ভিতর অরগ্যানিক পদার্থ মিশ্রিত আছে বলিয়া সন্দেহ করা হয়।* অত্যন্ত খরজল গায়ে লাগিলে অপ্রীতিকর মনে হয়।

N. B. ১ ডিগ্রি অর্থ, এক গ্যালনে ১ গ্রেণ।
এবং ১০০,০০০ ভাগের ১·৪৩ ভাগ।
এবং ১০০,০০০ ভাগের ১ ভাগ = এক গ্যালনে ·৭০ গ্রেণ।

ক্লোরিন (Chlorine)

বিশুদ্ধ জলে, প্রতি গ্যালনে ১ এক গ্রেণ; অথবা ১০০,০০০ ভাগের ১·৪৩ ভাগের বেশী ক্লোরিন থাকে না।

উহার অধিক ক্লোরিন জলে থাকিলে, বুঝিতে হইবে যে, উহা প্রাণীর মলমূত্র দ্বারা দূষিত হইয়াছে। কিন্তু নিকটে সমুদ্র থাকিলে অথবা কোন লবণাক্ত ঝরণা হইতে

* Abnormal hardness often indicates the decay of organic matters in the soil, whereby carbonic and nitric acids are formed, which contribute considerably to the solvent action.

অথবা নূতন লাল বেলে পাথরের ভিতর দিয়া জল আসিলে, উহাতে ক্লোরিণের পরিমাণ বেশী হইতে পারে। এই প্রকার জলে ক্লোরিন একটু বেশী থাকিলেও তাহা পানের অনুপযোগী নহে।

সালফিউরিক এসিড সংযুক্ত (Sulphuric acid content) পদার্থ থাকিলে বিশেষ ক্ষতির কারণ হয় না।

নাইট্রিক এসিড্ (Nitric acid) থাকিলে সন্দেহের কারণ। তখন বুঝিতে হইবে নাইট্রোজেনাস্ অরগ্যানিক পদার্থ হইতে (Nitrogenous organic matters) উহার উদ্ভব হইয়াছে।

অক্সিজেন (শোষিত) Oxygen absorbed (Tidys process) ১০০,০০০ ভাগের ·০৫ ভাগ অক্সিজেন জলে শোষণ করিলে, বুঝিতে হইবে সেই জল বিশুদ্ধ।

১০০,০০০ ভাগের ·০৫ হইতে ·১৫ পর্য্যন্ত মধ্যম।
" " ·১৫ " ·২১ সন্দেহজনক।
" " ·৩ এর বেশী হইলে পানের অযোগ্য।

নাইট্রেট্স্ (Nitrates) জলে থাকা সন্দেহাত্মক। অনেক সময়ে গভীর নলকূপের জলে, বিশেষতঃ খড়ির (Chalk) ভিতর দিয়া যে জল আসে তাহাতে প্রতি গ্যালনে ৫ গ্রেণ পর্য্যন্ত নাইট্রেট্স্ থাকিতে দেখা যায়। কিন্তু উহা কোনরূপ নর্দ্দমার ময়লাজাত দূষিত পদার্থ দ্বারা দুষ্ট না হওয়ায়, নিঃসন্দেহে পান করা চলে।

এমোনিয়া (Ammonia)

সাধারণতঃ ১০০,০০০ ভাগের ·০০৫ ভাগ পর্য্যন্ত এমোনিয়া জলে থাকিতে পারে। উহার বেশী অথবা ১০০,০০০ ভাগের ·০১ পর্য্যন্ত লবণযুক্ত এমোনিয়া (Saline Ammonia) থাকিলে, সে জল সন্দেহজনক। উহার বেশী লবণযুক্ত এমোনিয়া জলে থাকিলে, সে জল কখনও পান করা উচিত নয়।

এলবুমিনয়েড্ এমোনিয়া (Albuminoid Ammonia) ১০০,০০০ ভাগের ·০০৫ ভাগের অধিক জলে মিশ্রিত থাকিলে, সে জল পান করা উচিত নহে।

এলবুমিনয়েড্ এমোনিয়া অধিক পরিমাণে জলে মিশ্রিত থাকিলে, বুঝিতে হইবে, অরগ্যানিক পদার্থ দ্বারা জল দূষিত হইয়াছে।*

ফস্‌ফরিক এসিড (Phosphoric Acid) সামান্য মাত্রায় জলে থাকিলে ক্ষতির কারণ হয় না। কিন্তু অধিক পরিমাণে থাকিলে বুঝিতে হইবে, প্রাণিগণের মলমূত্র দ্বারা জল দূষিত হইয়াছে।

অরগ্যানিক পদার্থ (Organic matters) ইহা দ্বিবিধ। জৈব ও অজৈব। অরগ্যানিক দূষিত পদার্থগুলি

---

* If more than traces of Albuminoid Ammonia are found, decaying or unchanged nitrogenous organic matter is certainly present, and surely to be of animal origin.

দুই প্রকারে জলের সহিত মিশ্রিত থাকে। দ্রবীভূত ও ভাসমান অবস্থায়।

এ সম্বন্ধে পূর্ব্বেই অনেক বলা হইয়াছে। সুতরাং পুনরুক্তি নিষ্প্রয়োজন।

নাইট্রাইট্‌স্ (Nitrites) সংযুক্ত জল পান বা অন্য কোনরূপ গৃহকার্য্যে ব্যবহার করা সঙ্গত নয়।* নাইট্রাইট্‌স্ দ্বারা ইহাই সূচিত হয় যে, নর্দ্দমার ময়লাজাত দূষিত পদার্থ দ্বারা জল নষ্ট হইয়াছে।

সীসা (lead) সব সময়েই স্বাস্থ্যের ক্ষতিকারক। সুতরাং যে জলে সীসা থাকে, সে জল পান না করাই সঙ্গত।

তামা (Copper)। ইহা কদাচিৎ জলের সহিত দেখা যায়। তামা বেশী পরিমাণে জলের সহিত থাকিলে, উহা পানের অযোগ্য।

লোহা (Iron)। ইহা সাধারণতঃ অপকারী নহে। তবে অধিক পরিমাণে জলের সহিত মিশ্রিত থাকিলে কাহার, কাহারও পক্ষে আপত্তিকর হইতে পারে।

স্থূল পদার্থ (Total solids)। পানীয় জলের ভিতরকার সমুদয় কঠিন পদার্থ একত্রে, ১০০,০০০ ভাগের ৪৩ ভাগ, অথবা প্রতি গ্যালনে ৩০ গ্রেণের বেশী হওয়া উচিত নয়।

---

* The presence of Nitrites is an indication of recent contamination by sewage undergoing decomposition.

Nitrates represent a more advanced stage in the decomposition of organic bodies.

৩। **আণুবীক্ষণিক পরীক্ষা** (microscopic examination)।

জল কিছুক্ষণ নিশ্চল ভাবে রাখিয়া দিলেই ভাসমান ভারী পদার্থগুলি পাত্রের তলায় পড়িয়া যায়। অথবা "সেনট্রি-ফিউগ্যাল মেসিন" (centrifugal machine) দ্বারা, জলের ভাসমান পদার্থগুলি পৃথক করিয়া লইয়া, অণুবীক্ষণ যন্ত্র সাহায্যে তাহাদের প্রকৃতি নির্দ্ধারণ করা যাইতে পারে। জল গরম করিলেই, বালু কাদা প্রভৃতি অনায়াসে চেনা যায়। ভাসমান বালু ও কাদা হরিদ্রাভ ঘোলাটে রং সৃষ্টি করে। নর্দ্দমার ভাসমান দূষিত পদার্থগুলির জন্য জল ঈষৎ পিঙ্গল বর্ণের হইয়া থাকে। আণুবীক্ষণিক উদ্ভিজ্জ পদার্থের জন্য জলের রং কাল আভাযুক্ত হয়। জলে রেণু, বীজ প্রভৃতি (spores or mycelia) থাকিলে বুঝিতে হইবে যে, জল নর্দ্দমার ময়লাজাত দূষিত পদার্থ দ্বারা নষ্ট হইয়াছে। জলের মধ্যে উদ্ভিজ্জ খাদ্য দ্রব্যের ক্ষুদ্রাংশ থাকিলে, সে জল বিশেষ সন্দেহজনক।

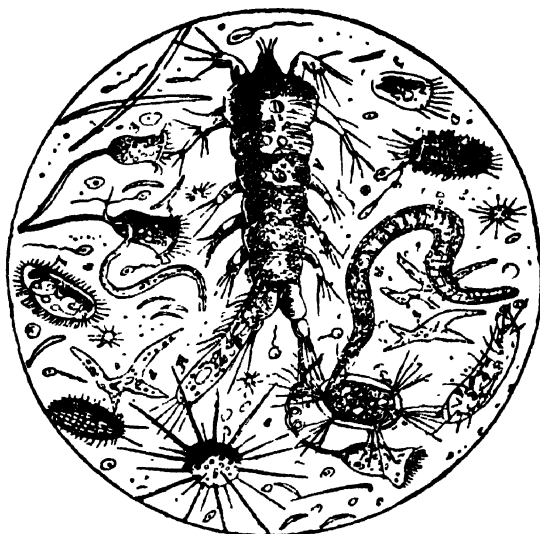
৪। **বীজাণু সম্বন্ধীয় পরীক্ষা** (Bacteriological examination)।

বীজাণু সাধারণতঃ তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়া থাকে।

(ক) জলজ বীজাণু (Water Bacteria)

(খ) ভূমিজ বীজাণু (Soil Bacteria)

(গ) নর্দ্দমার ময়লাজাত বীজাণু (Sewage Bacteria)।

ইহার মধ্যে প্রথম শ্রেণীর বীজাণু অহিতকর নয়। এবং তৃতীয় শ্রেণীর বীজাণু অর্থাৎ নর্দ্দমার ময়লাজাত বীজাণু অত্যন্ত বিপজ্জনক।

এক ফোঁটা জলে অণুবীক্ষণ যন্ত্র সাহায্যে কত জীবাণু ও দূষিত পদার্থ দেখা যাইতেছে।

নর্দ্দমার ময়লাজাত বীজাণুর মধ্যেই কলেরা, আমাশয়, টাইফয়েড বা সান্নিপাত জ্বর প্রভৃতি প্রাণনাশক ব্যাধির বীজাণু পাওয়া যায়।

প্রাণিগণের মলমূত্র (excreta of men and animals) প্রভৃতি হইতেই, ঐ সব বীজাণুর উদ্ভব হয়। এবং উপরের

জলের (surface water) সহিত ভাসমান অবস্থায় থাকে। এবং ঐ জলের সহিত চোয়াইয়া নিম্নে যাইয়া নিম্ন-স্তরের জলের সহিত মিশে। কিন্তু বীজাণু সাধারণতঃ ৫০′ ফুটের নীচে যাইতে পারে না। তজ্জন্য গভীর নলকূপের জলে এই সব বীজাণু থাকে না।

নর্দ্দমার ময়লাজাত বীজাণুকে সাধারণতঃ দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়া থাকে।

১। প্যাথোজেনিক্, (pathogenic organism) যথা সান্নিপাত বা টাইফয়েড বীজাণু।

২। বি, কোলাই (B. Coli) বীজাণু। ইহা সাধারণতঃ মল হইতে জন্মে।*

* *Good river water* should contain less than 100 colonies per c.c. No B. coli in 50 c.c. Fæcal organism not more than 1 in 10 c.c.

Usable river water should contain less than 300 colonies per c.c. No B. coli in 20 c.c. Faecal organism not more than 1 in 1 c.c.

Deep waters should contain less than 50 colonies per c.c. No fæcal Bacilli in 20 c.c.

দূষিত-জলজ-ব্যাধি

(Water-borne diseases)

১। **উদ্ভিজ্জ দূষিত পদার্থ** (Vegetable impurities)। এই জাতীয় দূষিত-পদার্থ-মিশ্রিত জল পান করিলে পেটের অসুখ ও আমাশয় (diarrhoea and dysentery) রোগের উৎপত্তি হয়।

২। **খনিজ দূষিত পদার্থ।**

ম্যাগনেসিয়াম সাল্‌ফেট ও ক্লোরাইড জল অধিক পরিমাণে থাকিলে, উহা পেটের অসুখের সৃষ্টি করে।

অভ্র (Mica) জলে অধিক পরিমাণে থাকিলে, "স্প্রু" (sprue) নামক পেটের পীড়ার সৃষ্টি করে।

পাহাড়ে যে পেটের অসুখ (Hill diarrhoea) দেখা যায়, তাহার কারণও জলে অত্যধিক অভ্র মিশ্রিত থাকা।

সীসা (Lead) জলে মিশ্রিত থাকিলে (গ্যালনে ১/১০ গ্রেণ বা ততোধিক) প্লাম্বিজ্‌ম্ (plumbism) নামক ব্যাধি হইতে দেখা যায়। প্রতি গ্যালনে ১/২০ গ্রেণ সীসা থাকিলে, উহা বিষাক্ত বলিয়া পরিগণিত হয়। সীসা জলে থাকিলেই উহা পরিত্যজ্য।

দস্তা (Zinc) মিশ্রিত জল পান করিলে দুরারোগ্য **কোষ্ঠ-কাঠিন্য** রোগের উৎপত্তি হয়।

লৌহ (Iron) অত্যধিক পরিমাণে জলে মিশ্রিত থাকিলে, কোষ্ঠ-কাঠিন্য ও অজীর্ণ রোগ সৃষ্টি হয়।

"**অত্যন্ত খর**" জলে বাত (Gout) এবং পাথুরীর (calculus or stone) সহায়তা করে, বলিয়া অনেকে মনে করেন। কিন্তু অনেকে আবার বিরুদ্ধ মত পোষণ করেন। ইংলণ্ড আমেরিকা প্রভৃতি দেশের লোকেরা অতি সামান্য পরিমাণে জল পান করে। কিন্তু আমরা তাহাদের তুলনায় অত্যধিক জল পান করিয়া থাকি। সুতরাং অত্যধিক খর জল আমাদের স্বাস্থ্যের প্রতিকূল কিনা, সেটা বিশেষ বিবেচ্য।

ম্যাগনেসিয়ান্ চূণা পাথর (magnecian lime stone formation) হইতে যে জল আসে, তাহাতে "গলগণ্ড" (Goitre) হয় বলিয়া অনেকে বলেন, কিন্তু অনেকে আবার বিরুদ্ধ মত দিয়া থাকেন।

লোহা, চূণ, তামা, প্রভৃতি পরিমাণ মত জলে মিশ্রিত থাকিলে, উহাতে স্বাস্থ্যের উন্নতি সাধনই করিয়া থাকে।

লোহা রক্ত বৃদ্ধি, চূণ হাড় বৃদ্ধি এবং তামা সন্নিপাত (Typhoid), কলেরা প্রভৃতি রোগের বীজাণু নাশ করিয়া থাকে। তবে "সর্ব্বম্ অত্যন্ত গর্হিতম্" অধিক মাত্রায় থাকিলেই ব্যাধির সৃষ্টি করে।

৩। **জৈব দূষিত পদার্থ** :—(Animal impurities)

এই জাতীয় দূষিত পদার্থ হইতেই প্রাণনাশক ব্যাধির উৎপত্তি হইয়া থাকে।

ভাসমান দূষিত পদার্থগুলি দ্রবীভূত পদার্থগুলি হইতে সমধিক বিপজ্জনক।

প্রাণিগণের বিশেষতঃ সংক্রামক রোগাক্রান্ত রোগীর মলমূত্র (excreta) হইতে কলেরা, সন্নিপাত (Enteric fever) প্রভৃতি প্রাণনাশক ব্যাধির উদ্ভব হয়।

অল্প জল সরবরাহের কুফলঃ—(Effects of an insufficient supply of water)

বেশী জল খরচ হইবে বলিয়া, অনেক মিউনিসিপ্যালিটী বাড়ীতে মিটার বসাইয়া দেয়। তাহার ফল এই দাঁড়ায় যে,

১। লোকে স্নানের সময় যথোপযুক্তরূপে জল খরচ করে না, ফলে নানা রকম চর্ম্ম রোগের উদ্ভব হয়।

২। বস্ত্রাদিও রীতিমত পরিষ্কার করা হয় না। সুতরাং অপরিষ্কার অপরিচ্ছন্ন থাকার দরুণ নানারূপ কুব্যাধি হইয়া থাকে।

৩। বাড়ী ও নর্দ্দমা রীতিমত পরিষ্কৃত না হওয়ায়, নানারূপ ব্যাধির বীজাণু উদ্ভব ও বৃদ্ধি পাওয়ার সুযোগ পায়।

৪। রাস্তা ও নর্দ্দমাগুলি রীতিমত ধৌত ও পরিষ্কৃত না হওয়ায় টাইফয়েড্, কলেরা, আমাশয় প্রভৃতি বীজাণু জন্মিবার ও বৃদ্ধি পাইবার সুবিধা পায়।

এই প্রকারে বাড়ী ঘর, রাস্তা, নর্দ্দমা, আকাশ, বাতাস সমুদয় যেন অপরিষ্কার, অপরিচ্ছন্নতায় ভরিয়া উঠে, এবং নানাবিধ দুরারোগ্য, প্রাণনাশক ব্যাধির বীজাণুতে পূর্ণ হইয়া

পড়ে। এবং নানা সংক্রামক ব্যাধি চতুর্দ্দিকে তাণ্ডব নৃত্য করিতে থাকে। এই কারণে আজকাল অনেক মিউনিসিপ্যালিটী জলের মিটার তুলিয়া দিয়া, সর্ব্বসাধারণকে যথেষ্ট এবং যথেচ্ছরূপে জল ব্যবহার করিবার সুযোগ সুবিধা প্রদান করিতেছে।

নলকূপ দ্বারা জমিতে জলসেচন

(Irrigation with Tube-well)

জমি চাষাবাদ করিতে জলের আবশ্যক। জমি নরম না হইলে, জমি কর্ষণ অথবা বীজবপন প্রভৃতি কিছুই করা চলে না।

এই জল দুই প্রকারে পাওয়া যায়।

১। বৃষ্টি হইতে ২। নদী, খাল, কূপ ইত্যাদি হইতে।

ভারতবর্ষের সমুদয় প্রদেশে সমান বৃষ্টিপাত হয় না। আবার যে সব প্রদেশে প্রচুর বৃষ্টিপাত হয়, সে সব স্থানেও অনাবৃষ্টি অথবা সময়মত বৃষ্টি না হওয়ার জন্য অনেক বৎসর শস্যাদি জন্মে না।

যে সব স্থানে প্রচুর বৃষ্টিপাত হয় না, এবং অন্য কোন উপায়েও জল-সেচনের ব্যবস্থা নাই, সেখানে হাজার হাজার বিঘা জমি অকর্ষিত অবস্থায় পড়িয়া থাকে। অথচ স্থানীয় কৃষক অন্নাভাবে প্রাণত্যাগ করে।

নিরক্ষর কৃষক হয়ত বহু কষ্টে মাঠের মধ্যে একটি কূপ খনন করে, কিন্তু তাহা দ্বারা কয় বিঘা জমিই বা চাষাবাদ করা চলে !

অজ্ঞ চাষী জানে না যে, তাহার পায়ের নীচে ধরণী-গর্ভে অফুরন্ত জলের ভাণ্ডার রহিয়াছে, যাহা যুগযুগান্ত ধরিয়া উত্তোলন করিলেও ফুরাইবে না, বা কমিবে না।

বড় বড় নলকূপ বসাইয়া, জলসেচনের পরিকল্পনা, কার্য্যকরী হওয়া সম্ভব কিনা, সেটা বিশেষ বিবেচ্য। কারণ ভারতবর্ষের মত গরীব দেশের কৃষকদের পক্ষে অত টাকা সংগ্রহ করা একরূপ অসম্ভব।

প্রথমতঃ, বড় বড় নলকূপ বসানের এবং পাইপ-সংযোগের প্রাথমিক ব্যয় অত্যন্ত বেশী।

দ্বিতীয়তঃ, দুই প্রকার শস্যের জন্য জলসেচন করিতে যে ব্যয় পড়ে, তাহাতে বিশেষ কিছু লাভ থাকে না।

পক্ষান্তরে, ছোট ছোট নলকূপ বসানের প্রাথমিক ও পৌনঃপৌনিক (recurring) ব্যয়ও খুব অল্প এবং জল সেচনের ব্যয়ও বড় নলকূপ দ্বারা জলসেচনের ব্যয় অপেক্ষা অনেক কম। প্রায় অর্দ্ধেক।

পলিপড়া প্রদেশে ৭৫' ফুটের মধ্যেই যথেষ্ট পরিমাণে জল পাওয়া যায়। এ জল, পানীয় জলের মত বিশুদ্ধ না হইলেও চলে।

১॥" ইঞ্চি একটী নলকূপ ৭৫' ফুট বসাইতে খরচ পড়ে

অনুমান ৭০৲ টাকা। পৌনঃপৌনিক ব্যয় ৫৲ টাকার বেশী পড়ে না। হোস পাইপের পরিবর্ত্তে বাঁশ দুই ভাগ করিয়া লইলেই চলে। একটি বাঁশের মূল্য ৷৷০ আনা। কৃষকরা হস্তচালিত পাম্প দ্বারা নিজেরাই জল সেচন করিতে পারে।

চাষীরা নিজেরাই যদি নলকূপ বসান ও মেরামত শিখিয়া লয়, তবে ব্যয় আরও কম পড়ে।

একটি ১৷৷" ইঞ্চি নলকূপ দ্বারা প্রায় ২৫ বিঘা জমিতে জলসেচন করা চলে।

এই সব ছোট নলকূপ একস্থান হইতে অন্যস্থানে উঠাইয়া বসানও বিশেষ কিছু কষ্টসাধ্য বা ব্যয়সাপেক্ষ ব্যাপার নয়। ভারতবর্ষের ন্যায় কৃষিপ্রধান দেশে "জলসেচন" পানীয় জলের মতই একটি অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ব্যাপার। এ সমস্যার সমাধান হওয়াও নিতান্ত প্রয়োজন।

এই পুস্তকের উদ্দেশ্য "পানীয় জল সমস্যা" সমাধানের উপায় উদ্ভাবন করা।

সুতরাং জলসেচন সমস্যা সম্বন্ধে বিশদভাবে আলোচনা করা হইল না। তবে নলকূপ দ্বারাই যে, এ সমস্যার সমাধান হইতে পারে, ইহাই বক্তব্য।

যদি প্রয়োজন হয়, এ সম্বন্ধে পরে বিশদভাবে আলোচনা করা যাইতে পারে।

নলকূপ সম্বন্ধে "অভিযোগ"

(Drawbacks of Tube-well)

নলকূপের সম্বন্ধে অনেক অভিযোগ শোনা যায়, যথা ঃ—

(১) সমুদ্রের নিকটবর্ত্তী স্থানে, জল লবণাক্ত হওয়ায়, নলকূপ কার্য্যকরী হয় না।

পুরী সহরে সমুদ্রের তীরে যে সব নলকূপ বসান হইয়াছে, সেগুলি সুস্বাদু ও বিশুদ্ধ জল প্রদান করিতেছে। কলিকাতা সহর, সমূদ্রের খুব নিকটে অবস্থিত। এই সহরে যে সব নলকূপ বসান হইয়াছে, তাহার অধিকাংশ হইতেই বিশুদ্ধ জল পাওয়া যাইতেছে।

সুতরাং সমুদ্রের নিকটবর্ত্তী স্থানে যে, নলকূপ কার্য্যকরী হইতে পারে না, এ অভিযোগ সত্য নয়। তবে এ সব স্থানে ভালরূপে স্তর পরীক্ষা করিয়া নলকূপ বসান উচিত, নচেৎ কোন কোন সময়ে ব্যর্থমনোরথ হইতে হয়।

(২) জলে অত্যধিক পরিমাণে **লৌহ** মিশ্রিত থাকার জন্য নলকূপের জল অনেক সময় পানের ও গৃহকার্য্যের অযোগ্য হয়।

(ক) "পাবনা সৎসঙ্গ নলকূপ বিভাগ" কর্ত্তৃক প্রোথিত কয়েকটি নলকূপ দেখিয়া, এবং কয়েকটি নলকূপ আমার

নিজের তত্ত্বাবধানে বসাইয়া, বুঝিয়াছি যে, স্তর চিনিয়া ছাঁকনী বসাইতে পারিলে, লোহার পরিমাণ অতিরিক্ত হইতে পারে না।

(খ) বিরুদ্ধ-গুণ-বিশিষ্ট একাধিক স্তরে ছাঁকনী বসাইয়া লোহাকে নিষ্ক্রিয় করিয়া দেওয়া চলে।

(গ) চূণ দ্বারা (clerk's process) লৌহ নিষ্কাষণ করা যাইতে পারে।

(ঘ) নুড়ি অথবা বালুর ভিতর দিয়া জল প্রবেশ করাইয়াও লোহা কমাইয়া দেওয়া যায়।

(ঙ) বায়ুর মধ্যে কিছুকাল রাখিয়া দিলেও (by oxidiation) লোহার অনেকটা তলানি পড়িয়া যায়। ঐ তলানি বাদ দিয়া উপরের জল অনায়াসে ব্যবহার করা চলে। সুতরাং নলকূপ সম্বন্ধে এ অভিযোগও যুক্তিযুক্ত নহে।

৩। অভিজ্ঞ এবং কর্ম্মকুশল নলকূপ-মিস্ত্রীর অভাব। মিস্ত্রীদের অজ্ঞতার নিমিত্তই যে, অধিকাংশস্থলে নলকূপ ব্যর্থ হয়, সে বিষয়ে আর সন্দেহ নাই। এদের "বোরিং" সম্বন্ধে কিছু জ্ঞান থাকে বটে, কিন্তু বালু, স্তর, বা জল সম্বন্ধে কোনরূপ জ্ঞান বা অভিজ্ঞতা থাকে না।

এত বড় একটা জটিল ব্যাপার, নিরক্ষর, অনভিজ্ঞ লোকের উপর নির্ভর করিয়া, সুফলের প্রত্যাশা করা বৃথা। এরা নলকূপ বসাইয়া "চক্‌চকে, তক্‌তকে" জল দেখাইয়া চলিয়া যায়। কিছুকাল পরেই তাহাদের কৃতকর্ম্মের কুফল

ফলিতে থাকে। তখন গৃহকর্ত্তারা না বুঝিয়া নলকূপের স্কন্ধেই সব দোষ চাপান।

ভাল ভাল ঠিকাদার (contractors) দ্বারা পল্লী অঞ্চলে ২।৪টি ছোট ছোট নলকূপ বসান সম্ভব নয়। কেননা, তাহাতে অত্যন্ত খরচ পড়ে। কাজেই ঐ সব মিস্ত্রীদের উপযুক্ত শিক্ষা দিয়া, উহাদের দ্বারাই কাজ করাইতে হইবে। তাহাতে যেমন, অল্পব্যয়ে নলকূপ বসান চলিবে, তেমনি কতকগুলি লোকের অন্নবস্ত্রের সংস্থানও হইবে।

জেলা বোর্ডগুলিতে, প্রতিমাসে যে, "নলকূপ উঠাইয়া বসানোর ব্যয়ের হিসাব" (Re-sinking estimate) এত আসে, ইহার কারণও, ঐ মিস্ত্রীদের বা ঠিকাদারদের অজ্ঞতা, অথবা অমনোযোগিতা।

জেলাবোর্ড, লোকালবোর্ড, ইউনিয়ন বোর্ড প্রভৃতি প্রতিষ্ঠানের কর্ত্তৃপক্ষের এবিষয়ে বিশেষ অবহিত হওয়া অবশ্য কর্ত্তব্য।

৪। অনেক সময়ে পাম্পের সামান্য মেরামতের অভাবেও লোকে নলকূপের উপর বীতশ্রদ্ধ হইয়া থাকে। এ সম্বন্ধে "পাম্প মেরামত" নামীয় অধ্যায়ে বিশদভাবে আলোচনা করা হইয়াছে, সুতরাং পুনরুল্লেখ নিষ্প্রয়োজন।

সুতরাং নলকূপ কার্য্যকরী না হওয়ার তেমন কোন কারণ দেখা যাইতেছে না।

নলকূপ ও পল্লীঅঞ্চলে জল সরবরাহ

অনেক ডিষ্ট্রিক্টবোর্ড পল্লী অঞ্চলে, কংক্রিট রিং ওয়েল (R. C. Ring well) নির্ম্মাণ করিয়া ও উহার মুখবন্ধ করিয়া দিয়া পাম্প সাহায্যে জল তুলিবার ব্যবস্থা করিতেছেন। ঐরূপ একটী ৩' ফুট ব্যাস বিশিষ্ট কূপ ৩৫' ফুট পর্য্যন্ত বসাইয়া পাম্প লাগাইতে ও মুখ বন্ধ করিতে ব্যয় পড়ে প্রায় ২২৫৲ টাকা। এবং উহা প্রায় ৩০।৩৫ বৎসর পর্য্যন্ত স্থায়ী হইবে বলিয়া আশা করা যায়।

একটী ১॥" ইঞ্চি নলকূপ ১৫০' ফুট পর্য্যন্ত বসানের খরচ পড়ে প্রায় ১১৫৲ টাকা। ১॥" ইঞ্চি একটী নলকূপ ৩' ফুট ব্যাস বিশিষ্ট একটী কূপ হইতে প্রায় ১৬ গুণ বেশী জল দিতে পারে। এবং ভাল পাইপ ও ছাঁকনী দিলে, নলকূপ ও প্রায় ১৫।২০ বৎসর স্থায়ী হয়। নলকূপের জল, সাধারণ কূপের জল হইতে অনেক ভাল ইহা পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে।

সুতরাং নলকূপই পল্লী অঞ্চলে জল সরবরাহের একমাত্র উপায় সে সম্বন্ধে অধিক লেখা নিষ্প্রয়োজন।

বড় বড় নলকূপ বসাইয়া পল্লীগ্রামে জল সরবরাহ করা আদৌ সম্ভবপর নহে। কেননা, বড় বড় নলকূপ বসাইয়া, পাইপ সংযোগ করিয়া ইঞ্জিন দ্বারা জল তুলিয়া, উহা সরবরাহ করিতে যে প্রাথমিক ব্যয়

পড়ে, তাহা সংগ্রহ করা পল্লীবাসীর পক্ষে অসম্ভব। বিশেষত পৌনঃপৌনিক খরচও অত্যন্ত বেশী। সুতরাং বড় বড় নলকূপ বসাইয়া পল্লী অঞ্চলে জল সরবরাহের চেষ্টা কখনও সফল হইতে পারে না। অতএব পল্লীগ্রামে ছোট ছোট নলকূপ বসাইয়া, জল প্রদানের ব্যবস্থা করাই সঙ্গত।

নলকূপ বসানের সময় তিনটী বিষয়ে লক্ষ্য রাখিতে হইবে।

১। নলকূপের জল প্রদানের ক্ষমতা (Capacity)।

২। স্থানীয় লোকের চাহিদা (Demand)।

৩। লোকের জল লওয়ার সুবিধা, অসুবিধা (Distance)।

ঐ সব বিষয় বিবেচনা করিলে সাধারণত ১৷৷″ ইঞ্চি নলকূপ বসানই বিধেয়।

১৷৷″ ইঞ্চি একটী নলকূপ হইতে সাধারণতঃ ঘণ্টায় ৪৫০।৫০০ গ্যালন জল পাওয়া যাইতে পারে।

কিন্তু হস্তচালিত পাম্প দ্বারা, ঘণ্টায় ২৫০ গ্যালনের অধিক জল তোলা সম্ভবপর হয় না।

৮ ঘণ্টা হিসাবে পাম্প করিলে দৈনিক প্রায় ২০০০ গ্যালন জল তোলা যায়। ঐ জলে ২৫০।৩০০ লোকের দৈনন্দিন কার্য্যাদি অনায়াসে নির্ব্বাহ হইতে পারে।

যে গ্রামে ১০০০ হাজার লোকের বাস, সে গ্রামে চারিটী ১৷৷″ ইঞ্চি নলকূপ বসাইয়া দিলেই চলে। ঐরূপ একটী

নলকূপ বসানের ব্যয়ের হিসাব পূর্ব্বেই দেওয়া হইয়াছে। এত অল্প ব্যয়ে, এমন বিশুদ্ধ ও বীজাণু-শূন্য জল অন্য কোন প্রকারে পাওয়া সম্ভব নয়।

উপসংহার

বঙ্গদেশে আট কোটি লোকের বাস। তন্মধ্যে শতকরা মাত্র ১০ জন সহরে এবং অবশিষ্ট ৯০ জন পল্লী অঞ্চলে বাস করে। এতগুলি লোকের পানীয় জল-সমস্যা সমাধানের নিমিত্ত, গভর্ণমেণ্ট প্রত্যেক জেলাবোর্ড ও ইউনিয়ন বোর্ডগুলির বিশেষভাবে চেষ্টা করা একান্ত কর্ত্তব্য।

বর্ত্তমান গভর্ণমেণ্ট অবশ্য "ডাল, ভাতের" সংস্থানের জন্য যথেষ্ট চেষ্টা করিতেছেন। কিন্তু যে বৎসর, যথাসময়ে প্রচুর বৃষ্টিপাত না হয়, সে বৎসর শস্য জন্মাইতে না পারিয়া হাজার হাজার কৃষক অনশনে প্রাণত্যাগ করে। যাহাতে এইরূপ না ঘটে, অর্থাৎ যথাসময়ে প্রচুর বৃষ্টি না হইলেও যাহাতে অন্য উপায়ে জমিতে জলসেচন করিয়া শস্যাদি উৎপন্ন করা যায়, তাহারও ব্যবস্থা করা অত্যন্ত প্রয়োজন।

এই উভয় সমস্যারই সমাধান হইতে পারে নলকূপ দ্বারা।

গভর্ণমেণ্ট, জেলাবোর্ড, ইউনিয়ন বোর্ড প্রভৃতি সমবেত ভাবে চেষ্টা করিলে, এসব সমস্যার সমাধান অতি সহজে ও অল্প সময়েই হইয়া যাইতে পারে।

প্রত্যেক জেলাবোর্ডে এবং ইউনিয়ন বোর্ডে যদি যথোপযুক্তভাবে শিক্ষা দিয়া কতকগুলি মিস্ত্রী সৃষ্টি করা

যায় এবং যদি প্রত্যেক জেলাবোর্ডের স্বাস্থ্য-বিভাগে জল-পরীক্ষার জন্য ব্যবস্থা করা হয়, তবে অল্প ব্যয়ে ও অত্যল্প সময়ে এ সমস্যার অনেকটা সমাধান হইয়া যায়। "পানীয় জল এবং আহারের অন্ন" এই দুইএর ব্যবস্থাই সর্ব্বাগ্রে করা দরকার। তারপর, রাস্তা, ঘাট, শিক্ষা প্রভৃতির বিষয় ভাবা উচিত।

বাংলার পল্লীর জলকষ্টের বিষয় অনেকেই জানেন। কিন্তু পল্লীগ্রামে যে কদর্য্য, দূষিত ও পূতিগন্ধময় জল পানের জন্য লইয়া যাইতে দেখা যায়, তাহা ভাবিলেও আতঙ্কে শিহরিয়া উঠিতে হয়। সেই দৃশ্য দেখিয়া অনেক দিন চিন্তা করিয়াছি, "কি উপায়ে, সুপেয়, বিশুদ্ধ ও বীজাণু-বর্জ্জিত জলের ব্যবস্থা করা যাইতে পারে" উহার ফলেই এই বই লেখা। যদি আমার এই প্রচেষ্টায় বাংলার পল্লীবাসীর জলকষ্ট কথঞ্চিৎও দূর হয়, তবে নিজেকে কৃতকৃতার্থ মনে করিব।

BOOKS OF REFERENCE.

(1) Tube well by T. A. Miller Brownley.

(2) Wells & Bore holes by J. E. Dumbleton.

(3) Modern Practice in Mining by Sir R. A. S. Redmayne, K.C.B.

(4) Tube Wells in Eastern Bengal & Assam.

(5) Geology by D. N. Wadia.

(6) প্রাথমিক বিজ্ঞান by প্রফেসর চারুচন্দ্র ভট্টাচার্য্য

(7) The Making of the Earth by J. W. Gregory.

(8) "The Soil" by Professor F. H. King.

(9) Memoirs of the Geological Survey of India.

(10) Records of the Geological Survey of India.

(11) Imperial Gazetteer.

(12) Industrial Chemistry by Geoffrey Martin, D.Sc., Ph.D., F.I.C.

(13) Preventive Medicine and Hygiene by Milton J. Rosenan.

(14) Hygiene and Public Health by Arthur Newsholme.

(15) Elements of Hygiene and Public Health by J. P. Modi, L.R.C.P. & S. (Edin.) etc.

(16) Hygiene and Public Health by B. N. Ghosh.

শুদ্ধিপত্র

পৃষ্ঠা	লাইন	অশুদ্ধ	শুদ্ধ
।/০	১৫	নলে	জলে
৸৶০	২	ল্লাগ-পাইপ	প্লাগ-পাইপ
৪২	৮	পড়িতেছে	গড়িতেছে
৫০	৫	পরম্পরাক্রমে	পর্য্যায় ক্রমে
৯৮	৫	সাজার প্রণালী	স্নাজার প্রণালী
২১৫	১	আট কোটী	সাড়ে পাঁচ কোটী

ফোন : কলিকাতা ৩৫৭৭